

СОДЕРЖАНИЕ

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

Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А., Гармышев В.В. Анализ, оценка, прогноз гибели и травмирования людей при пожарах в Российской Федерации.

Троянов О.М., Рева Ю.В., Щербаков О.В. Актуальные проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.

Юртаев Е.А., Выговтов А.В., Русских Д.В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально-поточным методом, реализуемой при помощи зарубежных программ.

Комаров М.И., Булатов В.О. Формирование профессиональных навыков сотрудников МЧС России для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в труднодоступных и удаленных районах.

Литовченко И.О., Моторыгин Ю.Д. Методика снижения пожарной опасности в местах открытого хранения автотранспорта с использованием стохастических моделей.

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Седнев В.А., Лопухова Н.В. Методика определения объема и обоснования схемы размещения противопожарных водоемов в сельском населенном пункте.

Петрова Н.В., Чешко И.Д. Установление причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности с возникновением, развитием и последствиями чрезвычайной ситуации на объектах хранения нефтепродуктов.

Коннова Л.А., Львова Ю.В. Возможные источники экологической опасности на территории субъектов Арктической зоны Российской Федерации (Мурманской и Архангельской области).

Иванченко А.А. Прогнозирование и мониторинг безопасности водного транспорта в эксплуатации.

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Романов Н.Н., Кузьмин А.А., Некрасов А.С. Экспериментальное исследование процессов лучистого, конвективного и кондуктивного теплообмена.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Лабинский А.Ю. Многомерная классификация с использованием нечеткой логики.

Иванов А.В., Красов А.В., Шариков П.И. Исследование возможностей методики скрытого вложения цифрового водяного знака в CLASS-файлы на виртуализированных платформах с отличающейся архитектурой.

Рогозинский Г.Г., Сотников А.Д. Тембральные пространства в задачах сонификации киберфизических систем.

Зыбин Д.Г., Калач А.В., Бокадаров С.А. Обзор современных систем поддержки принятия управленческих решений в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций.

Елисеев И.Б., Фомин А.В. Показатели динамики распространения опасных факторов пожара двухэтажных пассажирских вагонов.

Буйневич М.В., Шуракова Д.Г., Вострых А.В. Двухуровневая кластеризация субоптимальных зон прикрытия г. Костромы подразделениями МЧС России при возникновении происшествий.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Воронин С.В., Скрипник И.Л., Каверзнева Т.Т. Подходы к определению новой стоимости образца пожарной техники.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Разработка интеллектуальных систем обучения фундаментальным дисциплинам в техническом вузе.

Ефремов А.А., Козлов А.В. Вопросы правовой подготовки медицинских чинов в печатных трудах XIX века.

Лукин В.Н., Бочаров А.Б., Гороховатский Л.Ю. Альтернативная история как текст: о роли личности в социально-психологических и гуманитарных исследованиях.

Шепелюк С.И., Рязанов А.А., Мурзин С.М. Подготовка будущих специалистов системы МЧС России в области радиационной и химической безопасности.

Бобрищев А.А., Мотовичев К.В., Онищенко И.А. Структурно-функциональная модель физической подготовки в вузах МЧС России.

Леонтьев О.В., Москаленко Г.В., Яковлев Е.В. Система восстановления психоэмоционального состояния военнослужащих запаса с наиболее распространенными заболеваниями системы кровообращения.

Губанова О.А. Зарубежный опыт подготовки пожарных.

Титаренко Ю.А. Формирование культуры здоровья сотрудников МЧС России средствами физической подготовки.

Мусиенко Т.В., Лукин В.Н., Гороховатский Л.Ю. Одаренность как основа формирования специалиста экспертного уровня.

Сведения об авторах

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

АНАЛИЗ, ОЦЕНКА, ПРОГНОЗ ГИБЕЛИ И ТРАВМИРОВАНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С.С. Тимофеева, доктор технических наук, профессор;

Е.А. Хамидуллина, кандидат химических наук, доцент;

В.В. Гармышев, кандидат технических наук.

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Дан анализ показателей последствий пожаров: по количеству, гибели, травмирования людей на территории Российской Федерации в период с 1993 по 2015 гг. Представлена динамика риска, а также краткосрочный прогноз гибели и травмирования людей при пожарах. Установлено, что уровень безопасности людей, проживающих на территории России, не соответствует требованиям пожарной безопасности.

Ключевые слова: Российская Федерация, последствия пожаров, пожарный риск, риск гибели и травмирования людей

ANALYSIS, ASSESSMENT AND FORECAST OF FATALITIES AND INJURIES IN FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

S.S. Timofeeva; E.A. Khamidullina; V.V. Garmyshev.

Irkutsk national research technical university

The indicators of the consequences of fires, namely numbers of persons harmed and numbers of fatalities in the Russian Federation between 1993 and 2015, were given. The dynamic of risk and short-term forecast of fatal and injury accidents in fire was presented. It was determined that fair safety for people in the Russian Federation does not satisfy fire protection requirements.

Keywords: Russian Federation, consequences of fires, fire risk, risk of fatal and injury accidents

Современный мир становится все более уязвимым. Резко возрастает число чрезвычайных ситуаций (ЧС), приводящих к гибели людей, уничтожению материальных ценностей и экономическим потерям. В XXI в. больше внимания уделяется вопросам безопасности.

Большинство развитых стран, и Россия в том числе, переходят на стратегию обеспечения безопасности анализа, оценки и прогноза ЧС. В этой связи формируется и развивается новое направление – рискология, призванная стать фундаментальной научной основой достижения устойчивого развития общества.

Исследования рисков, создаваемых пожарами, в настоящее время крайне актуальны, так как необходимость сокращения потерь от пожаров в нашей стране очевидна. В России

ежегодно в среднем происходит 160 тыс. пожаров с ущербом более 13 млрд руб. На пожарах погибает около 11 тыс. и травмируется свыше 12 тыс. человек [1–3].

Анализ работ [1–5] позволил сделать вывод, что в настоящее время в Российской Федерации наблюдается самый высокий в мире уровень риска гибели и травмирования людей на пожарах. За последние десять лет (2006–2015 гг.) он составил – $94,8 \cdot 10^{-6}$ 1/чел. год по гибели и $88,4 \cdot 10^{-6}$ 1/чел. год по травмированию людей. Гибель людей на пожарах в России по абсолютному значению на один миллион человек и одну тысячу пожаров уже давно обогнала многие развитые страны мира [6].

Целью работы является оценка и прогноз риска гибели и травмирования людей при пожарах в Российской Федерации на основе многолетних статистических данных о количестве пожаров и их последствиях.

На основании данных [1–9], в представленной работе были проанализированы статистические данные по количеству пожаров, гибели, травмирования людей и численности населения в Российской Федерации в период с 1993 по 2015 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Анализ количества пожаров, гибели людей и численности населения в Российской Федерации за 1993–2015 гг.

Год	Количество жителей, млн чел.	Количество пожаров, тыс. ед.	Погибло при пожаре, тыс. чел.	Травмировано при пожаре, тыс. чел.
1993	148,4	332,4	13,7	12,1
1994	148,4	325,2	15,7	13,8
1995	148,3	294,3	14,8	13,5
1996	148,1	293,8	15,8	14,4
1997	147,9	272,6	13,7	14,1
1998	147,6	266,0	13,6	14,0
1999	147,2	259,4	14,8	14,5
2000	146,5	246,7	16,8	14,2
2001	145,3	246,3	18,2	14,2
2002	145,3	259,8	19,9	14,1
2003	146,6	239,2	18,8	14,0
2004	144,0	231,4	18,3	13,6
2005	143,5	226,9	18,1	13,1
2006	143,0	218,5	17,1	13,3
2007	142,9	211,1	15,9	13,6
2008	142,7	200,3	15,1	12,8
2009	142,7	187,2	13,8	13,1
2010	142,8	179,1	12,9	13,0
2011	142,9	168,2	11,9	12,4
2012	143,2	162,9	11,6	11,9
2013	143,5	152,9	10,6	11,0
2014	143,2	150,4	10,0	10,9
2015	146,5	145,6	9,3	10,9

В соответствии со ст. 79 Технического регламента «О требованиях пожарной безопасности» [10], а также ГОСТом 12.1.004–91* [11], нормативное значение индивидуального пожарного риска регламентируется на уровне не выше 10^{-6} в год. Это значит, что в течение года от воздействия опасных факторов пожара в стране допускается гибель не более одного человека на миллион жителей.

Необходимо отметить, что согласно Приложению к Приказу МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 [12] (гл. 38 п. 38.3 «Методы анализа рисков») при использовании статистических методов анализа и оценки риска, период наблюдений может приниматься

равным от трех до пяти лет. В представленной работе период наблюдений составляет 23 года, что вполне может считаться достаточно объективным для формирования обоснованных выводов в оценке индивидуального пожарного риска. Принимая во внимание работу [13], на рис. 1 представлена динамика расчетных значений индивидуального пожарного риска в Российской Федерации за период с 1993 по 2015 гг.

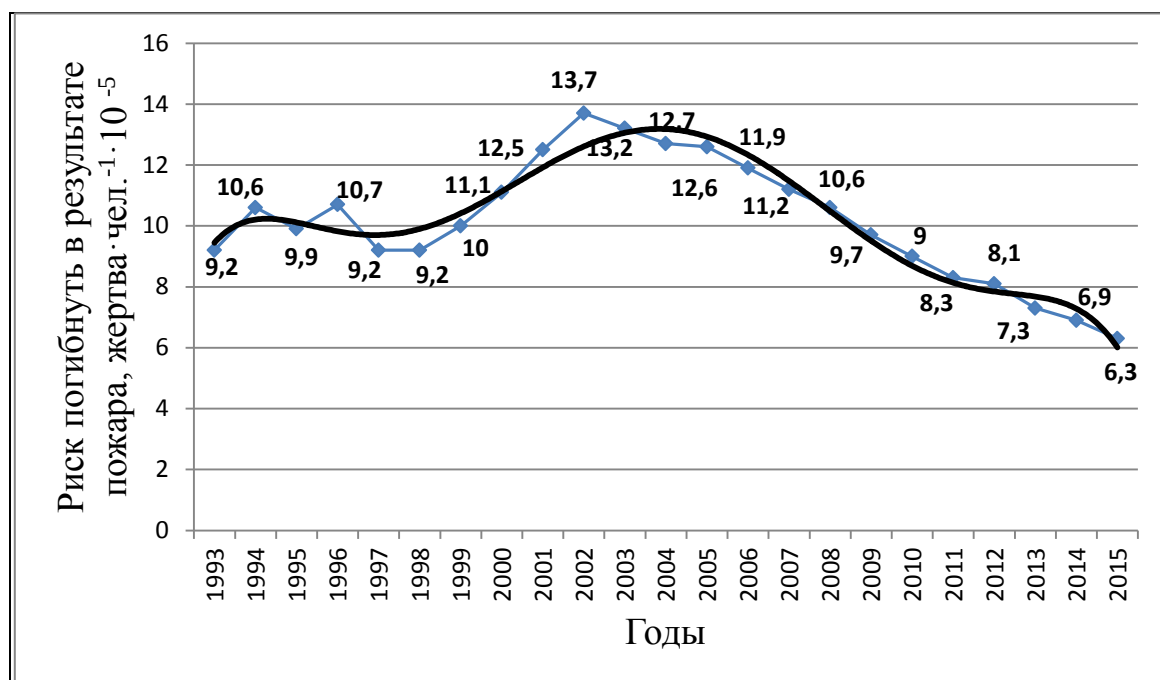


Рис. 1. Динамика значений риска для любого человека погибнуть в результате пожара на территории Российской Федерации

Анализ расчетных значений, представленных на рис. 1, позволяет сделать вывод, что 2002 г. являлся наиболее рискованным по гибели людей, при этом фактическое значение индивидуального риска в этот год превышало нормативное в 137 раз. Для иллюстрации тенденции изменения уровня риска и составления прогноза на ближайшие два года на рис. 1 добавили график аппроксимирующей функции. Поскольку уровень риска – это нестабильная величина, подверженная резким колебаниям (для линейной аппроксимации достоверность низкая, $R^2=0,19$), опробовали полиномиальную аппроксимацию. Высокий уровень достоверности ($R^2=0,95$) был получен для полинома шестой степени [14], уравнение которого имеет вид:

$$y = -1e-05x^6 + 0,0009x^5 - 0,0236x^4 + 0,294x^3 - 1,6769x^2 + 4,0639x + 6,7895.$$

Прогноз, полученный на основе этого уравнения, дает величину риска в 2016 г. – $3 \cdot 10^{-5}$ 1/чел.год, а в 2017 г. – $6 \cdot 10^{-6}$ 1/чел.год, что также не соответствует величине допустимого риска [10]. Однако этот факт не вызывает удивления, учитывая, что допустимые величины не достигались ни разу за рассматриваемый 23-летний период.

В табл. 2 представлены сравнительные количественные значения фактического (N_{Γ}^{Φ}) и нормативного (N_{Γ}^H) значения гибели людей при пожарах за период с 1993 по 2015 гг. в Российской Федерации.

Таблица 2. Сравнение фактических и нормативных значений гибели людей при пожарах в Российской Федерации

Год	$N_{Г}^Ф$, тыс. чел.	$N_{Г}^Н$, чел.	Сравнение показателей	Год	$N_{Г}^Ф$, тыс. чел.	$N_{Г}^Н$, чел.	Сравнение показателей
1993	13,7	148	Увеличение в 93 раза	2005	18,1	144	Увеличение в 126 раз
1994	15,7	148	Увеличение в 106 раз	2006	17,1	143	Увеличение в 120 раз
1995	14,8	148	Увеличение в 100 раз	2007	15,9	143	Увеличение в 111 раз
1996	15,8	148	Увеличение в 107 раз	2008	15,1	143	Увеличение в 106 раз
1997	13,7	148	Увеличение в 93 раза	2009	13,8	143	Увеличение в 97 раз
1998	13,6	148	Увеличение в 92 раза	2010	12,9	143	Увеличение в 90 раз
1999	14,8	147	Увеличение в 101 раз	2011	11,9	143	Увеличение в 83 раза
2000	16,8	147	Увеличение в 114 раз	2012	11,6	143	Увеличение в 81 раз
2001	18,2	145	Увеличение в 126 раз	2013	10,6	144	Увеличение в 74 раза
2002	19,9	145	Увеличение в 137 раз	2014	10,0	143	Увеличение в 70 раз
2003	18,8	147	Увеличение в 128 раз	2015	9,3	147	Увеличение в 63 раза
2004	18,3	144	Увеличение в 127 раз				

Таким образом, еще раз хочется отметить, что наблюдаемый на практике уровень индивидуального пожарного риска в Российской Федерации на протяжении 23 лет находится на уровне, значительно превышающем нормативные требования. Как отмечается в работах [4, 13], нормативное значение индивидуального пожарного риска – 10^{-6} впервые в нашей стране было зафиксировано в ГОСТе 12.1.004–76 [15], а в последующем это значение указано в ГОСТе 12.1.004–91* [11] и Техническом регламенте [10]. Представленные исследования и работы авторов [4, 14] позволяют сделать вывод, что ни в 1976 г. так и в последующие 39 лет индивидуальный пожарный риск в нашей стране не снижался до нормативного и не снизится в ближайшие два года.

В последние годы в России все больше и больше внимания стали уделять исследованию и оценке последствий пожаров, связанных с травмированием людей [1–3, 12, 16]. Исследование показателей травмирования людей при пожарах в Российской Федерации за 1993–2015 гг. позволило дать в динамике оценку риска этих последствий (рис. 2).

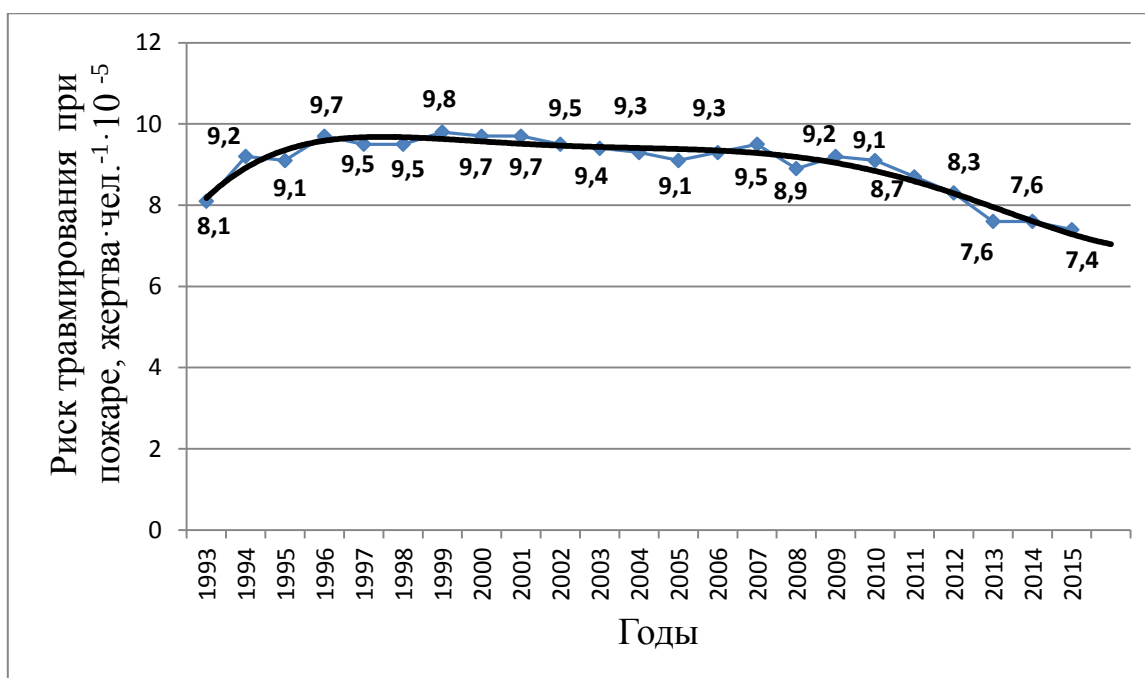


Рис. 2. Динамика значений риска для любого человека травмироваться при пожаре на территории Российской Федерации

На рис. 2 помимо кривой риска травмирования людей при пожарах также показана кривая аппроксимирующей функции ($R^2=0,93$), уравнение которой имеет вид [14]:

$$y=1e-05x^5-0,0009x^4+0,0229x^3-0,2659x^2+1,3911x+7,0284.$$

Прогноз на основе этого уравнения показал, что риск травмирования людей при пожарах в 2016 г. составит $-7,1 \cdot 10^{-5}$ 1/чел.год, а в 2017 г. $-7 \cdot 10^{-5}$ 1/чел.год.

Сопоставление скорости снижения риска гибели человека при пожаре с этой же величиной для риска травмирования показывает, что риск травмирования снижается в 14,25 раз медленнее, чем риск гибели человека при пожаре. Причины такой динамики кроются в разном отношении к погибшим и травмированным при пожарах со стороны основного законодательного акта, определяющего требования пожарной безопасности – Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [10].

В этом законе индивидуальный пожарный риск определяется пожарным риском, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара [10] и является показателем, по которому судят о состоянии пожарной безопасности объекта защиты. В то же время количество травмированных (риск травмирования человека при пожаре) не нормируется законодательными и иными нормативно-правовыми актами и, следовательно, является тем показателем, который хоть и учитывается в отчетности, но не влияет на показатели пожарной безопасности.

В качестве обобщенного показателя пожарной опасности техносферы можно предложить рассмотрение отношения числа травмированных к числу погибших при пожаре людей. В работе [16] отмечается, что этот показатель никогда не учитывался в статистических сборниках и при оценке состояния противопожарной защиты. На рис. 3 представлено отношение значений числа травмированных к числу погибших при пожарах людей в Российской Федерации за 1993–2015 гг.

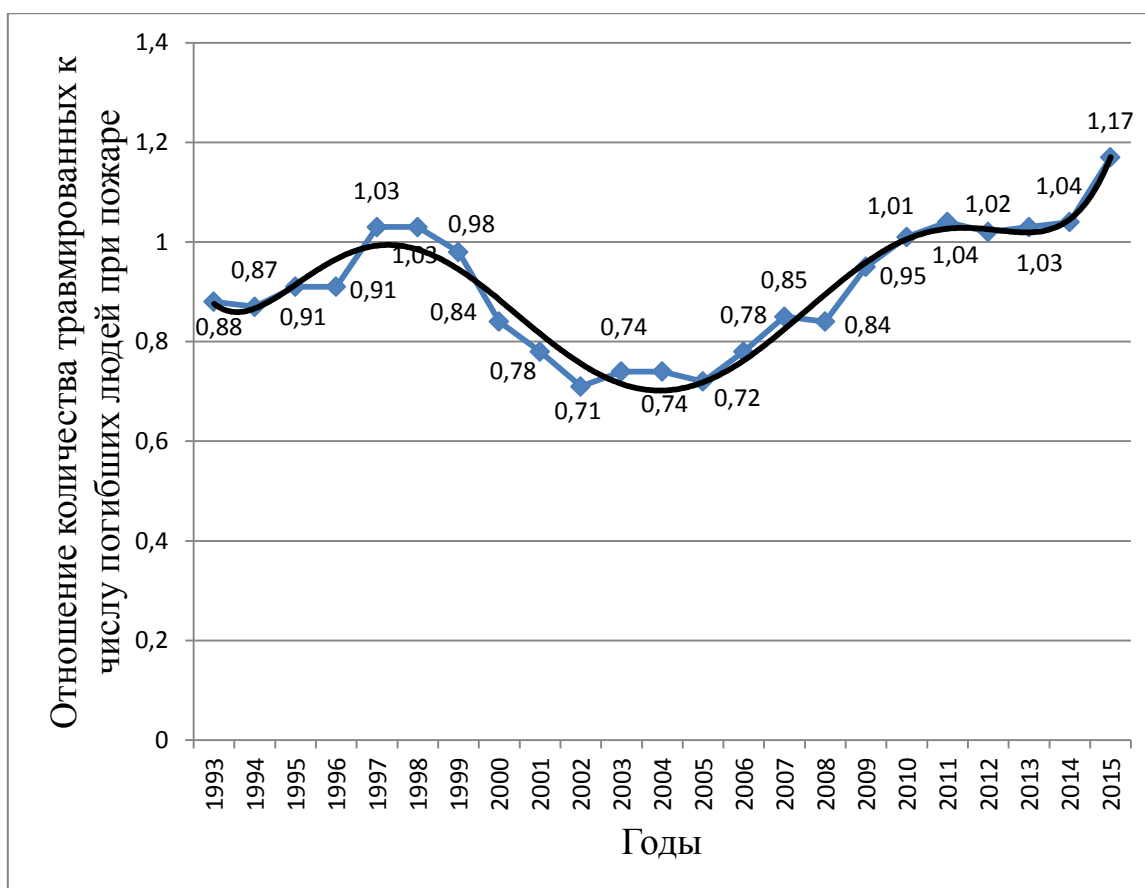


Рис. 3. Динамика отношения количества травмированных к числу погибших людей при пожарах в Российской Федерации за период 1993–2015 гг.

Аппроксимирующая кривая динамики рассматриваемого отношения количества травмированных к числу погибших при пожаре людей с высокой степенью достоверности ($R^2=0,94$) [14] соответствует полиному шестой степени (показано на рис. 3, уравнение $y=1e-06x^6-0,0123x^5+61,698x^4-16484x^3+2e+08x^2-2e+11x+13$) и прогнозирует продолжающийся рост этого показателя в 2016 г. – до 1,5; а в 2017 г. – до значения 2. Эта тенденция также является свидетельством того факта, что скорость уменьшения травмированных при пожарах значительно отстает от скорости уменьшения количества погибших людей при пожарах.

Таким образом, полученные результаты исследования говорят о низкой эффективности функционирования системы пожарной безопасности в России. Разное отношение к погибшим при пожаре и травмированным в той же ситуации людям со стороны Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [10] противоречит определению «пожарной безопасности», формулируемому этим же федеральным законом. Как известно, пожарная безопасность определяется как состояние защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Осознание этого факта требует введения нормирования на риск травмирования людей от опасных факторов пожара, ведь и в этом случае приоритетом является человеческая жизнь – высшая ценность на земле.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Полученные расчетные значения индивидуального пожарного риска показали, что уровень безопасности людей, проживающих на территории Российской Федерации, не соответствует требованиям пожарной безопасности.

2. Установлено, что фактическое значение индивидуального пожарного риска, наблюдаемого за 23 года в Российской Федерации, существенно выше устанавливаемого

ГОСТом 12.1.004–91* [11] и Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [10] допустимого пожарного риска.

3. Прогноз, составленный на основании статистических данных, показывает, что нормативные значения индивидуального пожарного риска не будут достигнуты в 2017 г., а отношение количества травмированных к числу погибших при пожаре людей может достичь значения 2, что сигнализирует о необходимости учета количества травмированных при пожаре людей при оценке пожарной безопасности объекта защиты, введения нормирования на риск травмироваться людям при пожаре.

4. Назрела необходимость проведения всесторонних исследований, чтобы в последующем можно было бы говорить о корректировке нормативного значения индивидуального пожарного риска, а также нормирования риска травмирования людей при пожарах в России.

Литература

1. Анализ обстановки с пожарами и последствиями от них на территории Российской Федерации за 2015 год. М.: Департамент надзорной деятельности МЧС России, 2016.
2. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2015 г. // Пожарная безопасность. 2016. № 1. С. 174–193.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России: монография. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2014.
4. Зимонин А.А., Фирсов А.В., Бутенко В.М. Допустимый (приемлемый) индивидуальный пожарный риск – зарубежный и отечественный опыт // Технологии техносферной безопасности. 2014. Вып. 5 (57).
5. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2008 году // Пожарная безопасность. 2009. № 1. С. 128–135.
6. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics // CTIF. 2015. № 20. P. 8–61.
7. Серебрянников Е.А. Пожарная безопасность в Российской Федерации // Пожарная безопасность. 1999. № 5. С. 71–77.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2000 году: стат. сборник / под общ. ред. Е.А. Серебрянникова, А.Г. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2001.
9. Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогнозы / Н.Н. Брушлинский [и др.]. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2002.
10. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. М.: ФГУ ВНИИПО, 2009.
11. ГОСТ 12.1.004–91*. Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Стандарт, 1992.
12. Порядок учета пожаров и их последствий: Приложение к Приказу МЧС России от 21 нояб. 2008 г. № 714. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
13. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков // Проблемы безопасности в ЧС. 2012. № 1. С. 112–124.
14. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование. М.: Юрайт, 2014.
15. ГОСТ 12.1.004–76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Госкомстандартов СМ СССР, 1976.
16. Зимонин А.А., Фирсов А.В., Бутенко В.М. Травмирование людей при пожарах // Технологии техносферной безопасности. 2014. Вып. 5 (57).

References

1. Analiz obstanovki s pozharami i posledstviyami ot nih na territorii Rossijskoj Federacii za 2015 god. M.: Departament nadzornoj deyatel'nosti MCHS Rossii, 2016.

2. Lupanov S.A., Zueva N.A. Obstanovka s pozharemi v Rossijskoj Federacii v 2015 g. // Pozharnaya bezopasnost'. 2016. № 1. S. 174–193.
3. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V. Sovremennye problemy obespecheniya pozharnoj bezopasnosti v Rossii: monografiya. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2014.
4. Zimonin A.A., Firsov A.V., Butenko V.M. Dopustimyj (priemlemyj) individual'nyj pozhar'nyj risk – zarubezhnyj i otechestvennyj opyt // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2014. Vyp. 5 (57).
5. Lupanov S.A., Zueva N.A. Obstanovka s pozharemi v Rossijskoj Federacii v 2008 godu // Pozharnaya bezopasnost'. 2009. № 1. S. 128–135.
6. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World fire statistics // CTIF. 2015. № 20. P. 8–61.
7. Serebrennikov E.A. Pozharnaya bezopasnost' v Rossijskoj Federacii // Pozharnaya bezopasnost'. 1999. № 5. S. 71–77.
8. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2000 godu: stat. sbornik / pod obshch. red. E.A. Serebryannikova, A.G. Matyushina. M.: VNIPO, 2001.
9. Pozhary v Rossii i v mire. Statistika, analiz, prognozy / N.N. Brushlinskij [i dr.]. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2002.
10. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. M.: FGU VNIPO, 2009.
11. GOST 12.1.004–91*. Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya. M.: Standart, 1992.
12. Poryadok ucheta pozharov i ih posledstvij: Prilozhenie k Priказу MCHS Rossii ot 21 noyab. 2008 g. № 714. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
13. Brushlinskij N.N., Sokolov S.V. Rol' statistiki pozharov v ocenke pozhar'nyh riskov // Problemy bezopasnosti v ChS. 2012. № 1. S. 112–124.
14. Belov P.G. Upravlenie riskami, sistemnyj analiz i modelirovanie. M.: Yurajt, 2014.
15. GOST 12.1.004–76. SSBT. Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya. M.: Goskomstandartov SM SSSR, 1976.
16. Zimonin A.A., Firsov A.V., Butenko V.M. Travmirovanie lyudej pri pozharah // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2014. Vyp. 5 (57).

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

О.М. Троянов, кандидат военных наук, доцент;

Ю.В. Рева, кандидат военных наук;

О.В. Щербаков, доктор технических наук, профессор,

заслуженный деятель науки Российской Федерации.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы, связанные с основными проблемами, которые возникают при решении задач обеспечения безопасности при техногенных авариях и катастрофах и действия человека по их преодолению. Показаны основные причины техногенных аварий. Изложен перечень основных мероприятий при обеспечении безопасности в чрезвычайных ситуациях техногенного характера на основе теоретических положений и практических рекомендаций.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации техногенного характера, аварии на промышленных объектах и на транспорте, аварийно-спасательные работы, производственные аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ

ACTUAL PROBLEMS OF SAFETY IN SITUATIONS OF MAN-CAUSED EMERGENCIES

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

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

The article is considering the issues occurring during the decision of problems related to safety in man-caused accidents and catastrophes and human actions to overcome them. The main causes of disasters are shown. The list of the main activities for safety provision is set based on the theoretical and practical recommendations.

Keywords: man-caused emergencies, accidents at industrial objects and transport, rescue, industrial accidents with a HAZMAT leakage

В России в настоящее время насчитывается около 45 тыс. потенциально опасных производственных объектов различных типов и отраслевой принадлежности. В случае возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) техногенного характера в зонах непосредственной угрозы здоровью и жизни людей проживает примерно 80 млн человек, что составляет 55 % населения нашей страны. Вот почему важно знать риски, которые могут возникнуть.

ЧС техногенного характера – состояние, при котором на объекте определенной территории или водной акватории нормальным условиям жизни и деятельности людей может возникнуть угроза здоровью и жизни, нанесен ущерб имуществу населения, окружающей природной среде и народному хозяйству в целом.

Аварии на промышленных объектах и на транспорте, пожары, взрывы, высвобождение различных видов энергии можно отнести к очень опасным техногенным происшествиям. ЧС техногенного характера различают по характеру их основных поражающих факторов, а также по месту и источникам их возникновения.

Опасное техногенное происшествие, в результате которого на объекте определенной территории или акватории произошла техногенная ЧС, является источником техногенной ЧС. К основным причинам техногенных производственных аварий можно отнести:

- падение производственной и трудовой дисциплины;
- неосторожность и невнимательность при выполнении работ;
- грубейшие нарушения мер безопасности и правил эксплуатации техники, транспорта, приборов и технологического оборудования;
- нарушения в содержании на должном высоком уровне зданий, сооружений и технолого-технического оборудования;
- стихийные бедствия, в результате которых выходят из строя предприятия, имеющие в своем производстве опасные для общества вредные вещества;
- не приобретенное вовремя техническое оборудование, новые станки и механизмы взамен устаревших и имеющих большой износ.

В настоящее время современное промышленное производство становится все более сложным и универсальным. Часто в его процессе применяются взрывчатые, агрессивные и ядовитые компоненты. На небольших территориях и площадях концентрируется огромное количество энергетических мощностей.

Существуют основные виды ЧС техногенного характера:

- аварии на коммунальных и электроэнергетических системах;
- аварии, при которых выбрасываются радиоактивные вещества;
- аварии, при которых выбрасываются химические вещества;
- аварии на различных видах транспорта;
- пожары и взрывы на объектах экономики;
- обвалы и разрушения зданий и сооружений.

По прогнозам специалистов МЧС России в ближайшие годы наибольшую опасность в техногенной сфере будут представлять аварии на объектах жилищно-коммунального хозяйства и очистных сооружениях, а также инциденты на производственных объектах с выбросом аварийно химически опасных веществ, взрывы и пожары в зданиях различного назначения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах и гидросооружениях [1].

Безопасность при гидродинамических авариях – опасность разрушения плотин, которые потенциально угрожают только территориям и площадям, которые находятся ниже по течению. Затопление этого пространства может привести к массовой гибели проживающего здесь населения, прекращению всякой судоходной навигации и эксплуатации объектов экономики в целом.

Проживающему в близости от гидродинамических опасных объектов населению необходимо знать систему предупреждения об авариях и затоплениях, несколько вариантов маршрутов эвакуации на возвышенные участки местности, размещения в случае аварии и затоплении территории, а также перечень документов и личных вещей, которые необходимо взять с собой при эвакуации.

Необходимо выполнить следующие мероприятия, получив оповещение об аварии и распоряжение об эвакуации:

- отключить воду, газ, электричество, погасить огонь в печи;
- сделать запас пищи и воды в герметичной таре;
- укрепить двери, окна первых этажей;
- взять с собой нужные документы и вещи;
- на верхние этажи перенести ценные вещи;
- своевременно убыть на эвакуационный пункт.

При получении информации о непосредственной угрозе разрушения плотины необходимо эвакуироваться на возвышенный участок местности, оставаться там до спада воды или сообщения, что опасность миновала. При затоплении наиболее безопасными являются верхние этажи зданий, крыши и чердаки домов, верхние этажи сооружений и высокие деревья.

После того как произойдет спад воды необходимо остерегаться оборванных и провисших проводов и немедленно о них сообщить. О разрушении канализационных или

водопроводных магистралей также необходимо сообщить в соответствующую коммунальную службу. Необходимо проверить всю питьевую воду перед употреблением, а также категорически нельзя употреблять в пищу продукты питания, которые подвергались контакту с потоками воды. Питьевые колодцы с водой следует обязательно осушить, то есть выгнать из них воду. Прежде чем войти в здание или сооружение необходимо осмотреть повреждения и убедиться, что опасности нет, а войдя в них проветрить эти помещения [2].

Аварийно-спасательные работы по ликвидации последствий при крупных авариях и катастрофах производятся с учетом оценки обстановки после аварии или катастрофы, степени повреждений и разрушений зданий, сооружений, агрегатов, технологического оборудования, характера аварий на коммунально-энергетических сетях и пожаров, а также особенностей территории определенного объекта и других условий.

Как правило, мероприятия по организации ликвидации последствий аварий и катастроф проводятся в быстрые сроки. Необходимо предотвратить последствия катастрофы, которые связаны с гибелью и травмами людей и потерей большого количества материальных средств и ценностей, а также быстро спасти людей, которые находятся в заваленных подвалах, под обломками зданий, и оказать им необходимую экстренную медицинскую помощь. Начальник гражданской обороны (ГО) ЧС с возникновением аварии или катастрофы на основании получения данных от разведки и мониторинга ситуации принимает управленческое решение на ликвидацию последствий ЧС и ставит задачи подчиненным формированиям. Руководят аварийно-спасательными и другими неотложными работами начальники участков, которые выдают указания командирам соответствующих формирований, способы и приемы выполнения данного вида работ, определяют виды и способы материально-технического обеспечения этих подразделений, а также сроки выполнения работ и предоставления донесений об объеме выполненных работ. Также на них возлагается организация питания, отдых и смена личного состава данных формирований.

Если в районе произошла химическая авария, то необходимо выполнить следующие действия:

- включить радио и телевидение;
- следить за информацией из штаба ГО, внимательно слушать все официальные сообщения;
- немедленно увести детей с балкона, закрыв окна и балконные двери;
- проверить щеколды и замки;
- находиться в закрытом помещении, где меньше всего опасность заражения;
- закрыть окна и вентиляционные люки бумагой или липкой лентой;
- произвести полную герметизацию квартиры;
- предупредить родных и соседей о возможной эвакуации;
- взять с собой запас продуктов, герметично закрытые воду и соки; а также не забыть свои документы;
- надеть средства индивидуальной защиты, а если их нет прикрыть рот и нос смоченным в воде полотенцем.

Зараженный воздух отрицательно воздействует на кожу, поэтому необходимо одеть соответствующие средства защиты. Как можно быстрее, но без паники нужно спуститься по лестнице, потому что лифтом пользоваться нельзя. Он может остановиться в любой момент, как только будет обесточен зараженный район. На улице необходимо перемещаться перпендикулярно направлению ветра, стараться не бежать и не поднимать пыль.

Комплекс мероприятий по предупреждению ЧС техногенного характера является трудоемким и сложным. Самыми эффективными мероприятиями в проектах вновь создаваемых объектов являются закладка планировочных, технологических и технических планов и решений, которые должны уменьшить вероятность возникновения аварий или значительно понизить материально-технический ущерб, в том случае если авария произойдет, при этом учитывая требования охраны труда, инструкций по технике безопасности, правил эксплуатации энергетических установок и т.п.

Таким образом, данные мероприятия комплексно разрабатываются и внедряются с охватом всех звеньев, от которых зависит безаварийная эксплуатация объектов экономики с учетом их материальных и производственных особенностей, с привлечением всех органов управления производственной деятельностью [3].

На железнодорожном транспорте ЧС могут быть вызваны столкновением поездов, сходом их с рельсового полотна, взрывами и пожарами. Для того чтобы уменьшить негативные последствия аварий пассажиры обязаны строго соблюдать правила поведения в вагонах поездов. Самые безопасные места в поездах это, как правило, центральные вагоны, купе с аварийным выходом или окном. При экстренном торможении или крушении вагона поезда необходимо выполнить следующие действия:

- крепко закрепиться, чтобы не упасть;
- ухватиться за имеющиеся поручни и упереться в стену ногами;
- опуститься как можно ниже к полу в вагоне.

Также источником повышенной опасности является автомобильный транспорт, при этом безопасность участников дорожного движения во многом зависит от самих участников этого движения. Неукоснительное выполнение разметок и дорожных знаков является одним из правил безопасности на дороге. Если не удастся избежать ДТП вопреки принимаемым мерам, то необходимо управлять до последней возможности транспортным средством, при этом принимая все меры для того, чтобы уйти от удара со встречным автомобилем. В случае если это выполнить нельзя, то перевести лобовой удар в скользящий боковой. Транспортное средство, которое упало в водную акваторию может держаться на плаву некоторое время. Выбраться из него можно через открытое окно, оказать первую помощь пострадавшему, а также вызвать скорую помощь и сотрудников ГИБДД.

В мире ежегодно происходит примерно около 10 000 кораблекрушений, при которых гибнет свыше 3 000 человек. По распоряжению капитана при кораблекрушении судна спасательная команда осуществляет посадку пассажиров на плоты и в шлюпки в следующей последовательности:

- женщины и дети;
- раненные и старики;
- взрослые мужчины.

Также на плоты и в шлюпки загружаются: продовольствие, питьевая вода, одеяла, лекарства и другие необходимые вещи.

Если пассажир оказался в силу обстоятельств в холодной воде, то надо принять оптимальную и рациональную для согревания позу, а для этого нужно уменьшить площадь соприкосновения тела с водой и сжаться. Если пассажир не уверен в своих собственных силах, то необходимо взять с собой в воду полиэтиленовый пакет и положить под подбородок. Такой способ поможет продержаться на поверхности воды до прибытия помощи.

Безопасность полета на самолетах и вертолетах зависит не только от членов экипажа, но и от самих пассажиров. Пассажир, заняв свое место в салоне воздушного судна, должен выяснить, где находятся бортовая медицинская аптечка, места расположения огнетушителей, аварийные выходы и другое вспомогательное оборудование. По мере получения информации, если станет известно, что полет будет проходить над водной акваторией, следует до взлета поинтересоваться, где находятся спасательные жилеты и прочитать инструкцию как ими пользоваться. Пассажир в салоне летательного аппарата должен пристегнуть ремни безопасности как при взлете, так и посадке. Эвакуация пассажиров при аварийной посадке самолета осуществляется через аварийные выходы по надувным трапам. После покидания самолета, необходимо быстро оказать первую помощь пострадавшим и раненым и отойти на безопасное расстояние от воздушного судна.

Как правило, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения ликвидируются в сжатые сроки. Однако не исключено длительное нарушение подачи воды, электричества и отопления помещений. Для уменьшения последствий таких ситуаций надо создать в доме

неприкосновенный запас спичек, хозяйственных свечей, сухого спирта, керосина, элементов питания для электрических фонарей и радиоприемника. Также необходимо обязательно сообщить об аварии диспетчеру или оперативному дежурному районного эксплуатационного управления с просьбой вызвать аварийную бригаду на место произошедшей аварии.

Таким образом, можно сделать вывод, что вопросы обеспечения безопасности в ЧС техногенного характера имеют важное значение в нормальном функционировании элементов народно-хозяйственного комплекса, предотвращая травматизм и гибель людей в производственной сфере, на всех видах общественного транспорта и коммунально-энергетических системах [4].

Литература

1. Ефремов С.В., Цаплин В.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие. СПб.: СПб ГАСУ, 2011. 296 с.
2. Теория и практика решения задач по инженерной защите населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / А.И. Бокарев [и др.]. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. 256 с.
3. Технические средства проведения и обеспечения аварийно-спасательных работ: справ. пособие. М.: Изд-во ВНИИ ГОЧС, 2009. 256 с.
4. Черных А.К., Козлова И.В. Подход к моделированию системы управления материально-техническим обеспечением сил и средств МЧС России в условиях чрезвычайных ситуаций регионального характера // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 2. С. 65–70.

References

1. Efremov S.V., Caplin V.V. Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah: ucheb. posobie. SPb.: SPb GASU, 2011. 296 s.
2. Teoriya i praktika resheniya zadach po inzhenernoj zashchite naseleniya i territorij v chrezvychajnyh situacijah / A.I. Bokarev [i dr.]. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2010. 256 s.
3. Tekhnicheskie sredstva provedeniya i obespecheniya avarijno-spasa- tel'nyh rabot: sprav. posobie. M.: Izd-vo VNII GOCHS, 2009. 256 s.
4. Chernyh A.K., Kozlova I.V. Podhod k modelirovaniyu sistemy upravleniya materal'no-tekhnicheskim obespecheniem sil i sredstv MCHS Rossii v usloviyah chrezvychajnyh situacij regional'nogo haraktera // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 2. S. 65–70.

ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ, РЕАЛИЗУЕМОЙ ПРИ ПОМОЩИ ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОГРАММ

Е.А. Юртаев;

А.В. Вытовтов;

Д.В. Русских, кандидат технических наук.

Воронежский институт – филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России

Рассматриваются проблемные вопросы обеспечения пожарной безопасности в переполненных образовательных учреждениях. Используя программу Thunderhead Pathfinder, которая рассчитывает эвакуацию людей индивидуально-поточным методом, было смоделировано здание Муниципального общеобразовательного учреждения Тавровской средней образовательной школы с учётом фактических размеров и точного количества учеников. В данном учебном заведении численность учащихся на 2017 г. превышает в три раза проектную наполняемость. В результате работы системы время эвакуации из здания увеличивается, но уменьшается давка и задержки в проходах, обеспечивая выполнение условий методики расчета значений пожарных рисков.

Ключевые слова: эвакуация, пожарная безопасность, пожарный риск, моделирование

DOMESTIC METHODOLOGY OF EVACUATION CALCULATION METHODOLOGY BY INDIVIDUAL MASS METHOD FEATURES REALIZING THROUGH FOREIGN PROGRAMS

E.A. Yurtaev; A.V. Vitovtov; D.V. Russkikh.

Voronezh institute – branch of Ivanovo fire and Rescue Academy of State fire service of EMERCOM of Russia

The article addresses fire safety problematic issues in overcrowded educational establishments. Using Thunderhead Pathfinder software program that calculates evacuation by individual mass method the MOU Tavrovskaya SOSH task was formulated taking into account actual sizes and exact number of pupils. The school enrolment in 2017 exceeds the project fill rate in three times. As a result of system work the evacuation time increases, but stampede and delays into the passages decreases providing fire risk values calculating methodology conditions fulfillment.

Keywords: evacuation, fire safety, fire risk, modeling

В современном мире огромную роль занимает проблема безопасности. Чтобы обеспечивать и поддерживать защиту объектам безопасности, государству необходимо поддерживать необходимый уровень защищённости. Только проведением единой политики в государстве, возможно, создать этот уровень. В Российской Федерации на сегодняшний день существует огромное количество нормативных актов, законов, которые обеспечивают безопасность. Самый яркий и наглядный пример – Конституция Российской Федерации, в которой прописано, что каждому гражданину страны дано право на безопасность и защиту в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Наряду с этим сводом законов немалое место занимает в этой области Концепции национальной безопасности Российской Федерации. На основе этих документов создаются решающие направления деятельности органов государственной

власти. Также совершенствуется механизм контроля за выполнением обеспечения национальной безопасности [1].

Одна из самых значимых задач в структуре МЧС России в настоящее время – обеспечить людям безопасность. В разных прогнозируемых и непредвиденных ЧС каждая секунда может оказаться решающей. Ведь на кону бесценные человеческие жизни и необходимо в кратчайшее время провести нужные мероприятия. С помощью современных специализированных программ можно в разы уменьшить время для принятия оптимального решения. Эти программы способны просчитать возможные варианты развития ЧС, построить аналитическую модель, а также помочь в разработке комплекса мероприятий. При пожаре в многоквартирном доме или офисном здании может погибнуть большое количество людей. Чтобы не допустить жертв при подобных пожарах, необходимо тщательно вычислять пожарные риски. Нельзя забывать о том, что важно уделять особое внимание путям эвакуации [2].

Необходим постоянный контроль систем противопожарной безопасности, своевременное устранение неполадок, проверка путей эвакуации. Для более точного плана эвакуации его нужно создавать с учётом количества людей, времени суток и т.п. Детальная информация и инструкции, предоставляемые людям, находящимся в здании, сведёт к минимуму вероятность появления паники и снизит факторы риска при возможной эвакуации. Эта информация должна находиться на самых видных местах в здании, быть хорошо читаемой и доступной для понимания [3].

Текущей законодательной базой для расчёта эвакуации людей является Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [4].

Особенностью отечественной методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности является ст. 9 п. 2 «Основные расчётные величины индивидуального пожарного риска». Согласно ей, если время существования скопления людей на участках пути превышает шесть минут, то вероятность эвакуации равняется нулю. Время задержки можно вычислить с помощью современных программ.

На сегодняшний день существует несколько компьютерных программ, которые моделируют эвакуацию из зданий и сооружений. Пример такого программного обеспечения – Thunderhead Pathfinder. Pathfinder – программа, реализующая индивидуально-поточную модель движения людей при эвакуации. Программу можно активно использовать на различных предприятиях, в учебных заведениях, офисах и магазинах [5].

Программа Thunderhead Pathfinder позволяет моделировать здания различного назначения, вычислять время эвакуации каждого из агентов, наглядно показывать возможные столпотворения людей и место, где это произойдёт в случае реальной эвакуации. Авторам удалось полностью смоделировать модель Муниципального общеобразовательного учреждения (МОУ) Тавровской средней образовательной школы (СОШ) Белгородской области, Белгородского района с реальными размерами площадей классов и шириной дверей и лестничных площадок. Школа представляет двухэтажное здание с четырьмя эвакуационными выходами. Учреждение было спроектировано для 240 учеников, но на сегодняшний день в этой школе обучается 800 учеников.

Проблема пожарной безопасности в подобных школах является очень актуальной. Для решения этой проблемы рассмотрено и проанализировано в программе Thunderhead Pathfinder два случая типичных эвакуаций при численности 285 (рис. 1) и 845 человек (рис. 2) в МОУ Тавровской СОШ. Эвакуация из помещения проходит успешно при численности 285 человек без задержек (рис. 3). При численности 845 человек образуются две задержки на лестничной площадке второго этажа (рис. 4). Вполне логично, что лестничные марши не рассчитаны на такой поток людей, но с юридической стороны ширина лестниц соответствует нормам пожарной безопасности и эвакуации.

Вышло: 0/285

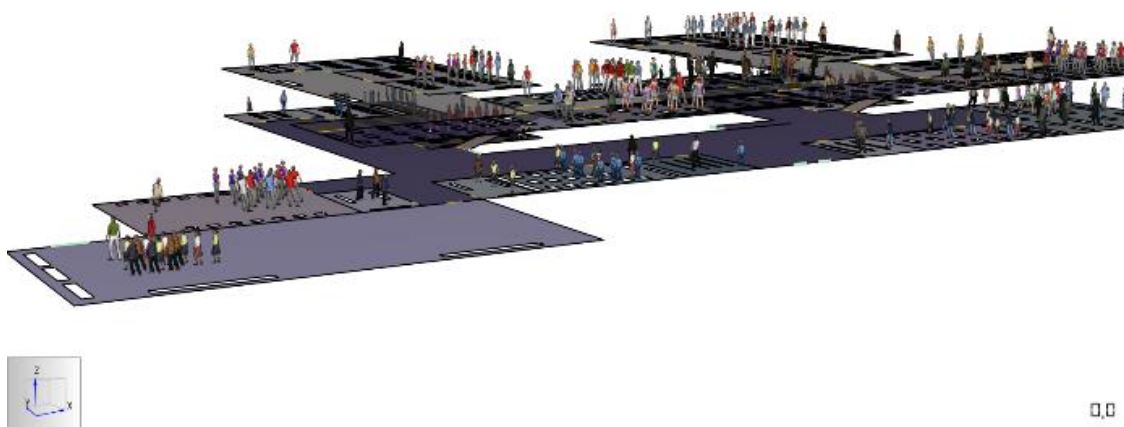


Рис. 1. Модель МОУ Тавровской СОШ при численности 285 человек в программе Thunderhead Pathfinder

Вышло: 0/845

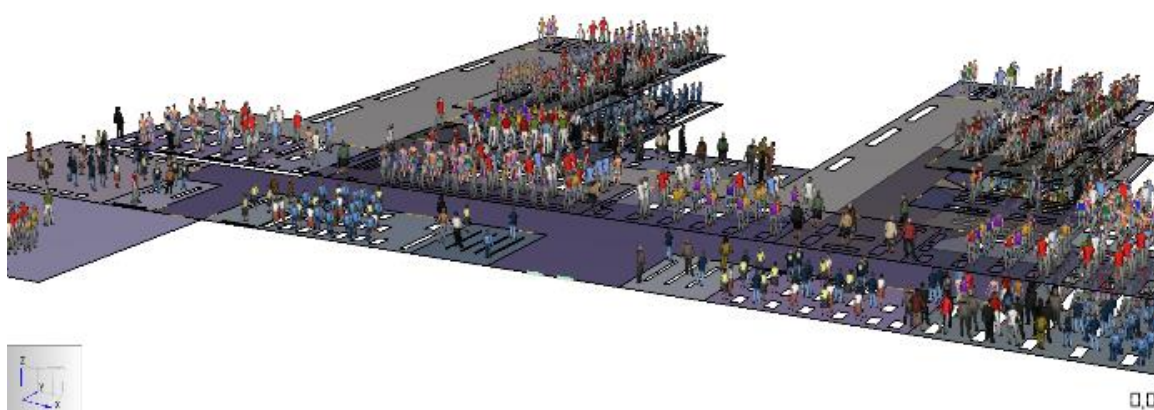


Рис. 2. Модель МОУ Тавровской СОШ при численности 845 человек в программе Thunderhead Pathfinder

Вышло: 33/285



Рис. 3. Эвакуация со второго этажа при численности 285 человек

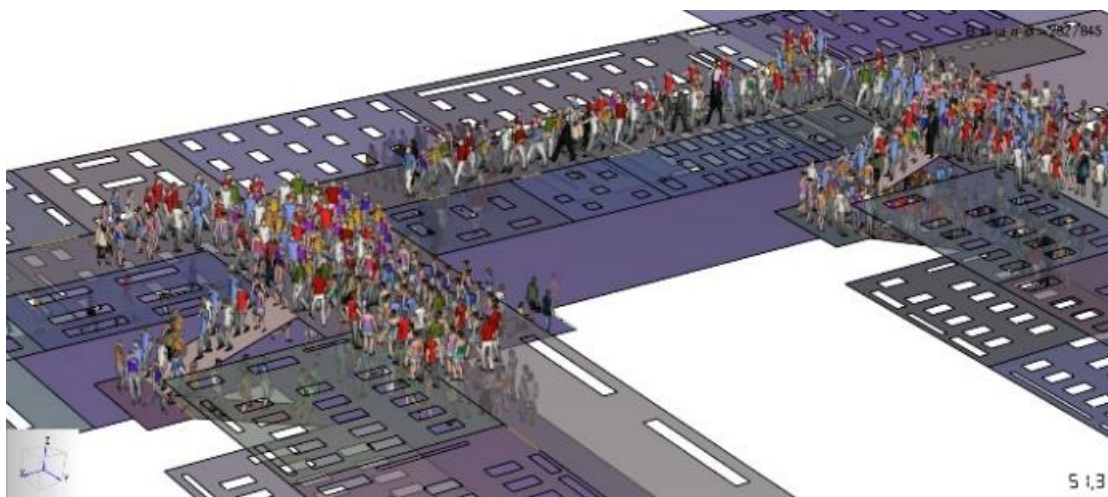


Рис. 4. Задержка на лестнице при численности 845 человек

При моделировании эвакуации при численности 845 человек время задержки на лестничных площадках и центрального выхода составило более шести минут. Согласно формуле (ст. 9 Приказа № 382):

$$P_{э,i} = \begin{cases} \frac{0,99 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}$$

В соответствии с действующей методикой, вероятность эвакуации равняется 0. В реальной ситуации они эвакуируются, но долго. В связи с этим нужно принимать незамедлительные меры. Ни для кого не секрет, что в городах России всё чаще встречаются школы с количеством учеников, превышающим нормы [6].

В программу Thunderhead Pathfinder необходимо внести следующее новшество – системы оповещения и управления эвакуацией пятого типа. Как написано в Своде правил 3.13130.2009, в пятый тип системы оповещения и управления (СОУЭ) входят речевое оповещение, световое оповещение «Выход», световые оповещатели.

Также в этом типе разрешено разбивать здания на участки и задавать для каждого участка своё время начало эвакуации.

Схему помещений 1 (рис. 6) и 2 (рис. 7) этажей МОУ Тавровской СОШ разделили на две равные части для того, чтобы уменьшить время скопления людей в процессе эвакуации. Зелёным цветом выделены помещения, из которых эвакуируются сразу после обнаружения возгорания, и через две минуты эвакуируются из помещения, выделенного оранжевым цветом. В результате чего на втором этаже не образуется большой задержки на лестничной площадке, в отличие от первого этажа возле главного выхода. Время эвакуации при разделении происходит медленнее, как показала программа, на 30 сек. дольше, чем эвакуация сразу всей школы, зато время скопления уменьшилось на 2,5 мин.

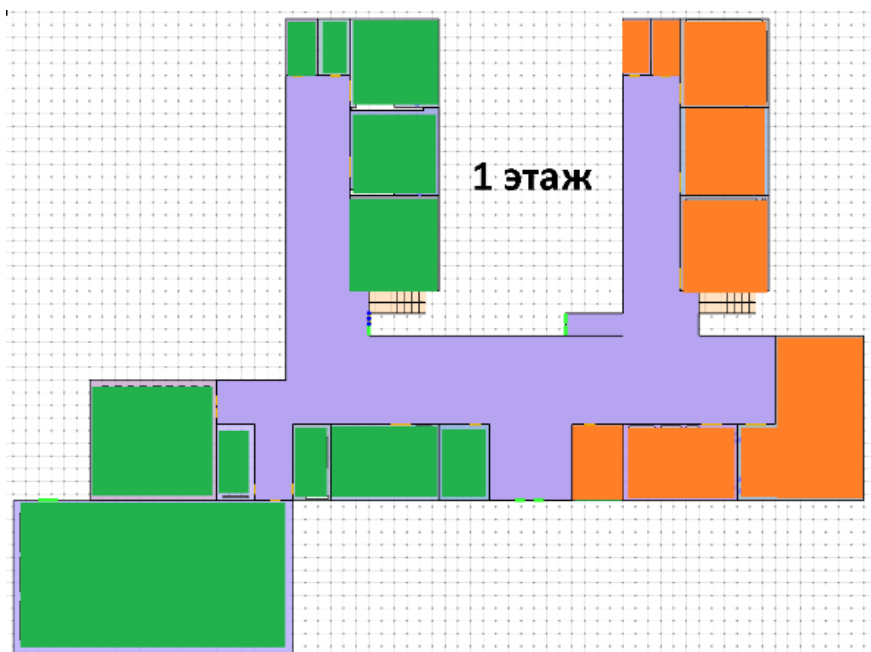


Рис. 5. Схема первого этажа школы

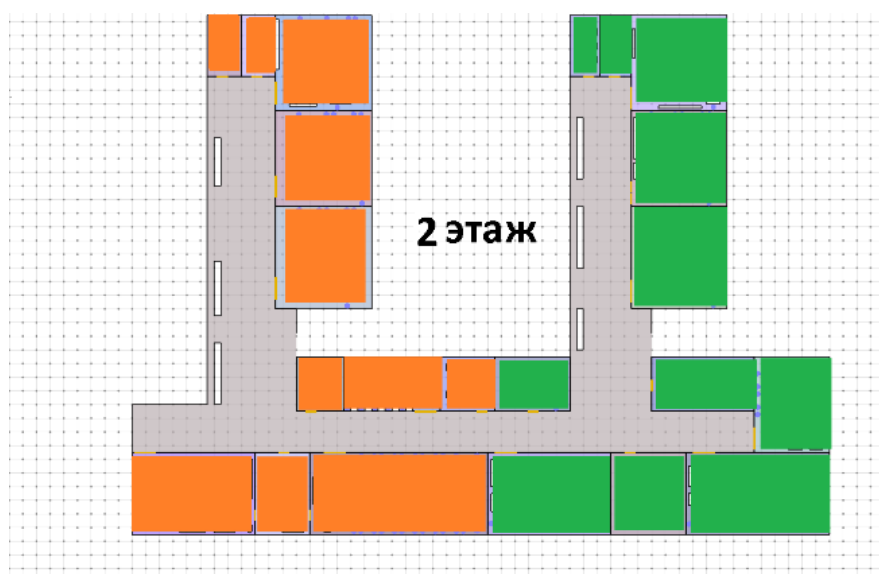


Рис. 6. Схема второго этажа школы

Внедрение СОУЭ 5 типа в учебные заведения, с большим количеством учеников, с использованием эвакуации по частям здания в ЧС позволит снизить время скопления людей, а в реальной ситуации спасти множество детских жизней.

Литература

1. Однолько А.А., Ситников И.В. Влияние характеристик систем противопожарной защиты на пожарные риски // Инженерные системы и сооружения. 2010. № 1. С. 205–211.
2. Чудаков А.А. Верификация метода восстановления рельефа местности на основе картографических данных // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых ученых. 2014. С. 254–259.
3. Королев Д.С., Калач А.В., Зенин А.Ю. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2015. № 2 (15). С. 42–46.

4. Однолько А.А. Проблемы радиационной защиты при ликвидации пожаров на территориях с повышенным загрязнением радионуклидами // Пожаровзрывобезопасность. 1992. № 4. С. 59–61.

5. Имитационное моделирование площади пожара с применением метода Моне-Карло в рамках интегральной математической модели пожара / И.В. Ситников [и др.] // Инженерные системы и сооружения. 2012. № 4 (9). С. 75–82.

6. Куликова Т.Н., Вытовтов А.В. История развития гибкого нормирования и анализа риска // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 238–242.

References

1. Odnol'ko A.A., Sitnikov I.V. Vliyanie harakteristik sistem protivopozharnoj zashchity na pozharnye riski // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2010. № 1. S. 205–211.

2. CHudakov A.A. Verifikaciya metoda vosstanovleniya rel'efa mestnosti na osnove kartograficheskikh dannyh // Fundamental'nye problemy sistemnoj bezopasnosti: materialy shkoly-seminara molodyh uchenyh. 2014. S. 254–259.

3. Korolev D.S., Kalach A.V., Zenin A.Yu. Vazhnost' prinyatiya reshenij pri obespechenii pozharnoj bezopasnosti // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii. 2015. № 2 (15). S. 42–46.

4. Odnol'ko A.A. Problemy radiacionnoj zashchity pri likvidacii pozharov na territoriyah s povyshennym zagryazneniem radionuklidami // Pozharovzryvobezopasnost'. 1992. № 4. S. 59–61.

5. Imitacionnoe modelirovanie ploshchadi pozhara s primeneniem metoda Mone-Karlo v ramkah integral'noj matematicheskoy modeli pozhara / I.V. Sitnikov [i dr.] // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2012. № 4 (9). S. 75–82.

6. Kulikova T.N., Vytovtov A.V. Istoriya razvitiya gibkogo normirovaniya i analiza riska // Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2016. Т. 1. № 1 (7). S. 238–242.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ И УДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ

М.И. Комаров, кандидат экономических наук;

В.О. Булатов, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены особенности формирования профессиональных навыков сотрудников МЧС России, необходимых для действий в чрезвычайных ситуациях, в труднодоступных и отдалённых районах с применением фотографической и видеозаписывающей техники.

Ключевые слова: инновационный подход, модульная система обучения, формирование профессиональных навыков, десантирование, фотографирование, видеозапись

FORMATION OF PROFESSIONAL SKILLS OF EMPLOYEES OF EMERCOM OF RUSSIA FOR LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS IN DIFFICULT AND REMOTE AREAS

M.I. Komarov; V.O. Bulatov.

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

Features of formation of professional skills of employees of EMERCOM of Russia necessary for actions in emergency situations in remote and remote areas with application of photographic and video recording equipment are considered.

Keywords: innovative approach, modular system of training, formation of professional skills, landing, photographing, video recording

Вместе с ростом технической оснащённости МЧС России и накоплением опыта проведения аварийно-спасательных работ (АСР) в практику проведения АСР всё больше входит внедрение авиационно-спасательных технологий [1–8] и в первую очередь это связано с оперативностью и способностью проводить спасательные операции в труднодоступной для другой техники местности. Важнейшим фактором также являются огромные просторы нашей Родины [9–13], раскинувшейся на тысячи километров «от моря до моря», с Севера на Юг и от Балтийского моря до Тихого океана с Запада на Восток – есть места куда морской, железнодорожный и наземный транспорт, конечно, придут, но это займёт такое количество времени, что спасать, в принципе, будет некого и вместо АСР спасатели будут вынуждены проводить поисково-спасательные работы (ПСР). Существуют два основных способа десантирования – «парашютный» и «беспарашютный». Парашютный способ при всех его достоинствах имеет ряд недостатков, связанных, прежде всего, с метеорологическими и технико-экономическими ограничениями, включая ограничения по массе десантируемых грузов. Таким образом, основным способом десантирования спасателей и грузов в системе МЧС России стал беспарашютный способ. Десантирование с применением спусковых устройств из вертолётов при проведении АСР отрабатывается при изучении программ дополнительного профессионального образования спасателей «Высотно-десантная подготовка», «Подготовка выпускающего», а также в рамках специальной подготовки – для поддержания и повышения необходимого уровня подготовки (как личной, так и подразделения в целом).

Подготовку к беспарашютному десантированию [14–16] необходимо осуществлять через инновационные подходы к организации образовательно-воспитательного процесса с применением модульной системы подготовки, что обеспечивает более эффективное формирование профессиональных навыков.

Для реализации основных положений модульной системы подготовки для обеспечения траектории индивидуального развития обучаемого подготовка сотрудника МЧС России предусматривает подготовку специалиста на базовой основе с созданием ситуаций свободы выбора и действий для обучаемого в рамках руководящих документов МЧС России, регламентирующих деятельность сотрудников пожарно-спасательных подразделений [14].

Формирование профессиональных навыков специалистов с применением модульной системы подготовки осуществляется через следующие методы:

- имитационная деятельность в условиях, приближенных к естественной ситуации, с проговариванием вслух последовательности своих действий;
- практический опыт экологического взаимодействия с окружающей средой с учетом эколого-региональной специфики;
- пример опытных спасателей, инструкторов по десантной подготовке, других значимых людей в служебной деятельности [15] и др.

Профессиональные навыки формируются только как результат практической деятельности специалиста (рис. 1, 2).

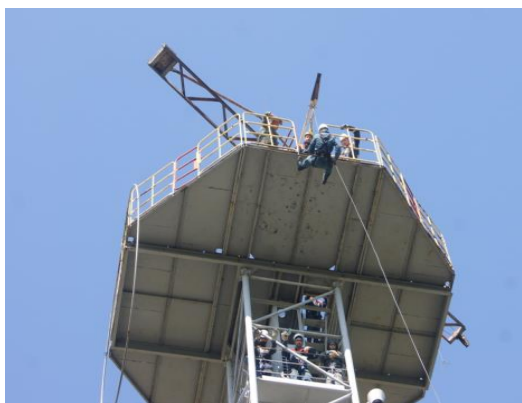


Рис. 1. Обучение спасателей на тренажёре



Рис. 2. Подготовка спасателя к десантированию из вертолѐта типа МИ-8 с использованием спусковых устройств

Важнейшими ограничительными факторами при формировании профессиональных навыков специалистов являются технико-экономические и метеорологические факторы, то есть иными словами, стоимость обучения (достаточно вспомнить стоимость «летного часа» вертолѐта типа Ми-8), а также температура воздуха, сила ветра и дальность видимости.

При проведении АСР с применением авиационно-спасательных технологий сложная интеллектуальная деятельность, связанная с риском для жизни или возможностью получить травму, необходимостью мгновенно выполнить практические действия, от которых зависит жизнь товарища, например, при совершении беспарашютного десантирования в сложных условиях (лес, вода, крыша здания), возможна только при наличии у специалиста высокоразвитых нравственной, интеллектуально-эмоциональной и физической сфер в их единстве, а также высокой скорости мыслительных и двигательных реакций в условиях напряженной и опасной ситуации.

Все эти особенности беспарашютного десантирования из вертолѐта должны учитываться выпускающим, выявляя их в условиях частичного моделирования естественных ситуаций. Кроме этого, выпускающий должен быть внимателен к своим подопечным, он должен заметить все: малейшее нарушение крепления снаряжения и правил подгонки подвесной системы, состояние головного убора, одежды и обуви, наконец, чувства, переживаемые специалистом в эти минуты [16].

Ведь они выражаются в необычайной бледности лица, молчаливости и скованности одного, в несвойственной оживленности, блеске глаз и разговорчивости другого, в напряженной сосредоточенности и сдержанности третьего. Наблюдая за внешним видом и поведением десантников перед совершением десантирования и после него, выпускающий получает богатый материал, позволяющий судить о внутренних переживаниях специалиста. Обнаружив ошибку, при осмотре десантников перед спуском из вертолѐта, выпускающий должен определить степень отклонения от нормы, влияние ошибки на конечный исход спуска, причины данной ошибки, пути и время ее устранения. Затем он дает оценочное суждение и указание об устранении отмеченных недостатков.

Спокойный тон, внимание, уверенные действия выпускающего создают ту рабочую атмосферу, без которой немислимо взаимопонимание обучаемых и обучающихся.

Наземная подготовка к беспарашютному десантированию проводится при подготовке обучаемых к учебно-тренировочным спускам из вертолѐта. Их главным содержанием является практическая работа каждого сотрудника.

При контроле никакие условности в выполнении элементов недопустимы. Эту особенность работы на всех этапах подготовки к десантированию необходимо прививать сотрудникам МЧС России с первого занятия [14–17].

Беспарашютное десантирование из вертолѐта формирует у сотрудников МЧС России умение быстро принимать обоснованные решения в нестандартных условиях обстановки и организовывать их выполнение, самостоятельно действовать в пределах предоставленных прав, применяя опыт авиаспасательных подразделений МЧС России.

Эффективность проведения спасательных операций особого риска напрямую зависит от степени и разносторонности развития профессиональных знаний, навыков и умений сотрудников пожарно-спасательных формирований МЧС России, которые формируются при занятиях на тренажерах и при практических спусках из вертолѐта.

С целью повышения эффективности подготовки предлагается внедрение обязательной фото- и видеофиксации всех этапов подготовки сотрудников МЧС России. Для этого необходимо внести изменения в нормативные документы (отдельным приложением разработать и включить «Методику фото- и видеофиксации подготовки сотрудников МЧС России по программе «Высотно-десантная подготовка») и нормы снабжения (количество, тип применяемой аппаратуры).

«Методика фото- и видеофиксации подготовки сотрудников МЧС России по программе «Высотно-десантная подготовка» должна содержать наглядные рекомендации по размещению фиксирующей аппаратуры в ходе занятий на инструкторах и технике, а также предпочтительные ракурсы и режимы съѐмки, обязательные этапы занятия, подлежащие фиксации, например:

- построение и проверка экипировки (рис. 3);



Рис. 3. Построение и проверка экипировки

– инструктажи, заполнение журналов (рис. 4);



Рис. 4. Заполнение журналов инструктажей перед десантированием

– наличие сил и средств обеспечения безопасности проведения занятий (рис. 5);



**Рис. 5. Напутственное слово руководителя занятий перед обучаемыми
(за спиной руководителя видна машина реанимации)**

– отработка различных этапов и элементов десантирования из стоящего на земле
(рис. 6 а) вертолѐта (рис. 6 б) на тренажере, из башни (рис. 6 в);



а)



б)

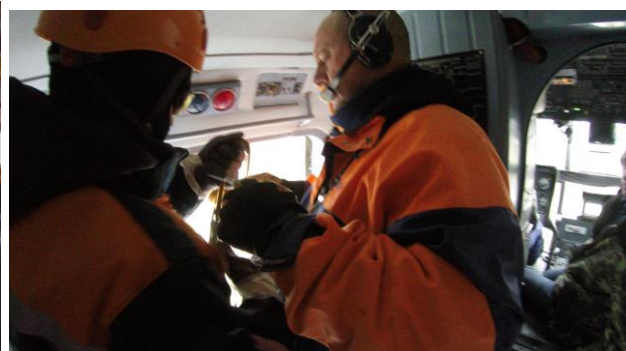


в)

Рис. 6. Этапы отработки десантирования из стоящего на земле вертолѣта в различных ракурсах
– десантирование из вертолѣта, зависшего на высоте (рис. 7);



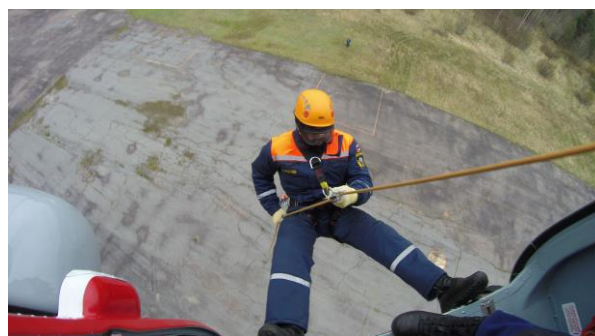
а)



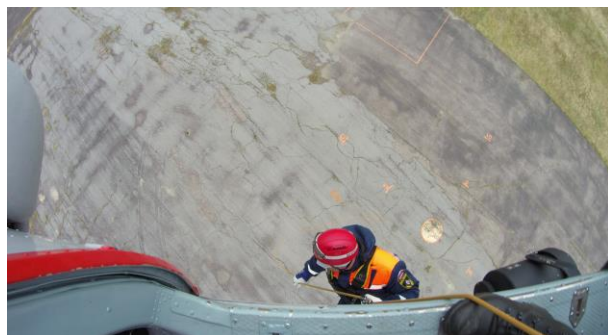
б)



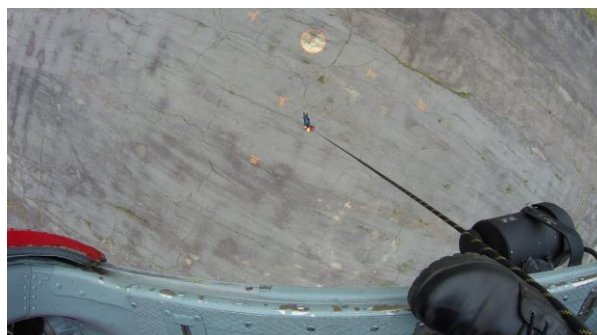
в)



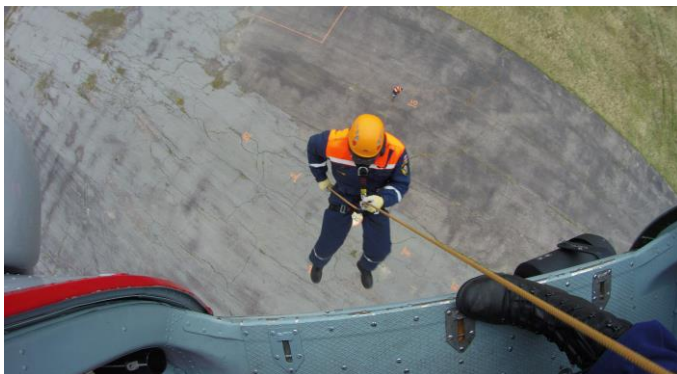
г)



д)



е)



ж)



з)



и)

Рис. 7. Этапы десантирования из вертолѐта, зависшего на высоте с различных ракурсов

Парадокс сложившейся ситуации заключается в том, что опытные инструктора приобретают необходимую аппаратуру за счёт личных средств, исходя из богатого служебного опыта, включающего общение со следственными органами и судом (на приведенных в статье фотографиях использованы, в основном фото, сделанные на action-камеры А.А. Кутынка и его помощниками – сотрудниками АСЦ СЗРЦ МЧС России).

Фото- и видеофиксация позволяет, в том числе, наглядно и убедительно разъяснять требования руководящих документов по десантной подготовке обучаемым и разбирать типичные ошибки обучаемых ещё в учебном классе – задолго до травм и увечий, полученных на практических занятиях из-за, прежде всего, безответственности и беспечности.

В качестве примера того, как надо проводить фото- и видеофиксацию и как не надо проводить (организовывать) практические занятия по десантной подготовке, можно привести кадры известного видеоролика, размещённого на видеохостинге www.youtube.com [18] и посвящённого десантированию неизвестных «героев» из зарубежного вертолѐта (рис. 8).



Рис. 8. Зарубежный образец того, как надо проводить фото- и видеофиксацию и того, как категорически недопустимо проводить занятия по десантной подготовке (обучаемые застревают, повисают вниз головой и бьются лицом о порог вертолёт)

Внедрение методов фото- и видеофиксации является инновационным методом подготовки сотрудников МЧС России, который позволит значительно повысить эффективность и безопасность при ликвидации чрезвычайной ситуации в труднодоступных и отдалённых районах, а также позволит накапливать базы знаний и обмениваться накопленным опытом между подразделениями и в рамках международного сотрудничества.

Литература

1. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (с изменениями и дополнениями): постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
2. Федеральные авиационные правила поиска и спасания в Российской Федерации (в ред. постановления Правительства Рос. Федерации от 17 дек. 2009 г. № 1033; от 25 янв. 2011 г. № 17). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Об утверждении Федеральных авиационных правил поиска и спасания в Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 15 июля 2008 г. № 530. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. О Единой системе авиационно-космического поиска и спасания в Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 23 авг. 2007 г. № 538 (в ред. от 17 дек. 2009 г.). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. О некоторых вопросах аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя: постановление Правительства Рос. Федерации от 22 дек. 2011 г. № 1091. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
6. Требования к проведению обязательной сертификации физ. лиц, юр. лиц, выполняющих авиационные работы. Порядок проведения сертификации: Федер. авиационные правила (утв. Приказом Минтранса Рос. Федерации от 23 дек. 2009 г. № 249). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

7. О применении в системе МЧС России Наставления по парашютно-спасательной и десантной подготовке авиации Вооружённых Сил Российской Федерации: Приказ МЧС России от 11 окт. 2001 г. № 442. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
8. Об утверждении инструкции по применению авиации МЧС России: Приказ МЧС России от 20 нояб. 2003 г. № 700. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
9. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
10. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
11. Об определении мест дислокации поисковых и аварийно-спасательных сил и средств на территории Российской Федерации, общего количества и типов дежурных поисково-спасательных воздушных судов: Приказ Росавиации от 15 февр. 2013 г. № 74. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
12. Об определении требований к структуре и содержанию инструкции по поиску и спасанию в зоне авиационно-космического поиска и спасания: Приказ Росавиации от 21 июня 2011 г. № 350. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
13. Об утверждении требований к структуре и содержанию инструкции экипажу поисково-спасательного воздушного судна, наземной поисково-спасательной команде, спасательной парашютно-десантной группе и Порядка передачи информации о воздушном судне, терпящем или потерпевшем бедствие, в авиационный координационный центр поиска и спасания: Приказ Федер. аэронавигационной службы от 5 июня 2009 г. № 123. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
14. Десантная подготовка: учеб. пособие / А.Л. Шидловский [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2015. 87 с.
15. Чугунов В.И. Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полетов авиации. Организация авиационной службы поиска и спасания: учеб. пособие. СПб.: Акад. ГА, 2004. 106 с.
16. Учебник спасателя / С.К. Шойгу [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: Советская Кубань, 2002. 528 с.
17. Инструкция по применению спусковых устройств СУР в системе МЧС России: Приказ МЧС России от 27 марта 1997 г. № 170. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
18. Youtube.com. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HkTpDqFm1OI> (дата обращения: 02.04.2018).

References

1. O edinoj gosudarstvennoj sisteme preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij» (s izmeneniyami i dopolneniyami): Postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 30 dek. 2003 g. № 794. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
2. Federal'nye aviacionnye pravila poiska i spasaniya v Rossijskoj Federacii (v red. Postanovleniya Pravitel'stva Ros. Federacii ot 17 dek. 2009 g. № 1033; ot 25 yanv. 2011 g. № 17). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
3. Ob utverzhdenii Federal'nyh aviacionnyh pravil poiska i spasaniya v Rossijskoj Federacii: Postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 15 iyulya 2008 g. № 530. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
4. O Edinoj sisteme aviacionno-kosmicheskogo poiska i spasaniya v Rossijskoj Federacii: Postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 23 avg. 2007 g. № 538 (v red. ot 17 dek. 2009 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
5. O nekotoryh voprosah attestacii avarijno-spasatel'nyh sluzhbb, avarijno-spasatel'nyh formirovanij, spasatelej i grazhdan, priobretayushchih status spasatelya: Postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 22 dek. 2011 g. № 1091. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».

6. Trebovaniya k provedeniyu obyazatel'noj sertifikacii fiz. lic, yur. lic, vypolnyayushchih aviacionnye raboty. Poryadok provedeniya sertifikacii: Feder. aviacionnye pravila (utv. Prikazom Mintransa Ros. Federacii ot 23 dek. 2009 g. № 249). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
7. O primenenii v sisteme MCHS Rossii Nastavleniya po parashyutno-spasatel'noj i desantnoj podgotovki aviacii Vooruzhyonnyh Sil Rossijskoj Federacii: Prikaz MCHS Rossii ot 11 okt. 2001 g. № 442. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
8. Ob utverzhdenii instrukcii po primeneniyu aviacii MCHS Rossii: Prikaz MCHS Rossii ot 20 noyab. 2003 g. № 700. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
9. Ob avarijno-spasatel'nyh sluzhbah i statute spasatelej: Feder. zakon ot 22 avg. 1995 g. № 151-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
10. O zashchite naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodno i tekhnogennogo haraktera: Feder. zakon ot 21 dek. 1994 g. № 68-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
11. Ob opredelenii mest dislokacii poiskovyh i avarijno-spasatel'nyh sil i sredstv na territorii Rossijskoj Federacii, obshchego kolichestva i tipov dezhurnyh poiskovo-spasatel'nyh vozdushnyh sudov: Prikaz Rosaviacii ot 15 fevr. 2013 g. № 74. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
12. Ob opredelenii trebovanij k strukture i sodержaniyu instrukcii po poisku i spasaniyu v zone aviacionno-kosmicheskogo poiska i spasaniya: Prikaz Rosaviacii ot 21 iyunya 2011 g. № 350. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
13. Ob utverzhdenii trebovanij k strukture i sodержaniyu instrukcii ehkipazhu poiskovo-spasatel'nogo vozdushnogo sudna, nazemnoj poiskovo-spasatel'noj komande, spasatel'noj parashyutno-desantnoj gruppe i Poryadka peredachi informacii o vozdushnom sudne, terpyashchim ili poterpevshem bedstvie, v aviacionnyj koordinacionnyj centr poiska i spasaniya: Prikaz Feder. aehronavigacionnoj sluzhby ot 5 iyunya 2009 g. № 123. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
14. Desantnaya podgotovka: ucheb. posobie / A.L. Shidlovskij [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2015. 87 s.
15. Chugunov V.I. Poiskovoe i avarijno-spasatel'noe obespechenie poletov aviacii. Organizaciya aviacionnoj sluzhby poiska i spasaniya: ucheb. posobie. SPb.: Akad. GA, 2004. 106 s.
16. Uchebnik spasatelya / S.K. Shojgu [i dr.]. 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar: Sovetskaya Kuban', 2002. 528 s.
17. Instrukciya po primeneniyu spuskovyh ustrojstv SUR v sisteme MCHS Rossii: Prikaz MCHS Rossii ot 27 marta 1997 g. № 170. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant».
18. Youtube.com. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HkTpDqFm1OI> (data obrashcheniya: 02.04.2018).

МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В МЕСТАХ ОТКРЫТОГО ХРАНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

И.О. Литовченко;

**Ю.Д. Моторыгин, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведён анализ причин возникновения пожаров на автостоянке. Показано, что в настоящее время отсутствуют единые теория и модели, описывающие процесс возникновения и развития пожара в местах открытого хранения автотранспорта. Используемые сейчас детерминированные модели описания пожаров включают огромное число приближений, усреднений и допущений, а в итоге с помощью систем дифференциальных уравнений позволяют лишь приближенно рассчитать процесс распространения опасных факторов пожара. Предложенная методика снижения пожарной опасности на открытых автостоянках позволяет принимать эффективные решения при возникновении пожароопасной ситуации. Показано, что для анализа связей между развитием процессов распространения опасных факторов и физическими особенностями окружающей среды можно использовать стохастические модели.

Ключевые слова: пожарная опасность, автотранспорт, оптимизация принятия решений, математическое моделирование, перколяционные модели, цепи Маркова

TECHNIQUE OF DECREASE IN FIRE DANGER IN PLACES OF OPEN STORAGE OF MOTOR TRANSPORT WITH USE OF STOCHASTIC MODELS

I.O. Litovchenko; Yu.D. Motorygin.

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

The analysis of the fire causes on open car parking lots is carried out. The absence of unital theory and models which could describe a process of beginning and expansion of the fire on car parking lots is shown. The modern discrete models of the characterization of the fires include enormous number of approximations, averagings and assumptions, and as a result in the form of the systems of the differential equations allow to calculate only approximately process of expansion fire's dangerous factors. The proposed technique of decreasing fire danger on open car parking lots allows to make an effective decisions in a dangerous situations. The stochastic models allow to describe the relations between beginning and expansion processes of fire's dangerous factors.

Keywords: fire danger, vehicle, decision-making optimization, math modeling, percolation models, Markov chains

С непредсказуемым ростом автомобильного парка в России встала проблема по созданию безопасных мест хранения подвижного состава автомобильного транспорта (автостоянок). Недостаток места для подвижного состава автомобильного транспорта объясняется ещё и следующим. Автомобиль, находящийся на автостоянке, с учётом подъездных путей, занимает около 25 м² (как будет показано далее). С учётом того, что средняя загрузка автомобиля 1,2–1,6 человек, а в городе с миллионным населением в центре одновременно может находиться до 15–20 % человек, то искать парковку будут около 150 тыс. автомобилей, что потребует около 3 750 тыс. м² или 375 гектаров территории.

Сами автостоянки являются местом сосредоточения мощной пожарной нагрузки, к которой относятся автомобили. Современный автомобиль представляет собой передвижную концентрированную пожарную нагрузку, состоящую из легковоспламеняющейся и горючей жидкостей, электрических проводов с горючей изоляцией, пластмассы, ткани, полипропилена, резиновых изделий и т.д. Время горения транспортного средства среднего класса очень мало и обычно не превышает 30 мин [1–3]. Поэтому время развития пожара связано со значениями показателей пожарной опасности веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку транспортного средства.

Исходя из этого, были сформулированы следующие меры повышения пожарной безопасности на автомобильных стоянках (рис. 1).



Рис. 1. Методы повышения пожарной безопасности автостоянок

Из проведенного в ходе работы анализа следует, что существующие административные и нормативные методы за последнее время практически не меняются, хотя и оказывают существенное влияние на пожарную безопасность автостоянок. Административный метод сводится к системе штрафов, нормативный метод – к контролю уже существующих, реконструируемых и вновь строящихся автомобильных стоянок.

Наиболее перспективными методами для повышения пожарной безопасности автотранспортных средств, хранящихся на автостоянках, становятся метод математического моделирования и статистико-эмпирический метод [2, 4]. Поэтому актуальным является математическое обоснование принципов обеспечения пожарной безопасности на автостоянках.

Учитывая, что на автостоянках концентрируется большое количество автомашин, разделённых небольшим промежутком, возникает цепная реакция горения. При этом выгорает несколько автомобилей, принося существенный материальный ущерб. Возникновение пожаров на автостоянках часто обусловлено не природными причинами, а техногенными и человеческими факторами. Проведённый анализ показал, что пожарная обстановка и динамика развития горения зависят от следующих факторов [5–7]:

- горючих свойств используемых на транспорте веществ и материалов (пожарной нагрузки);
- источника зажигания;
- огнестойкости конструкций автомобиля;

- конструктивных особенностей автостоянки;
- систем пожаротушения и действий пожарных подразделений;
- плотности размещения автомобилей на стоянке;
- метеоусловий, в частности от силы и направления ветра.

Количество источников зажигания в местах открытого хранения автотранспорта ограничено. Анализ источников зажигания автомобиля на открытых автостоянках показан на рис. 2 [7–9].

Если горение автомобиля начинается от действия внешнего очага пожара, то важно знать, где располагался такой очаг – под автомобилем или вне его опорной площадки (сбоку, спереди или сзади). При этом такой внешний очаг пожара может представлять собой отдельный факел (костер, горящее строение или горящий автомобиль) либо горючую жидкость, налитую под автомобиль или на него (на капот, крышу салона, крышку багажника или иные части кузова).

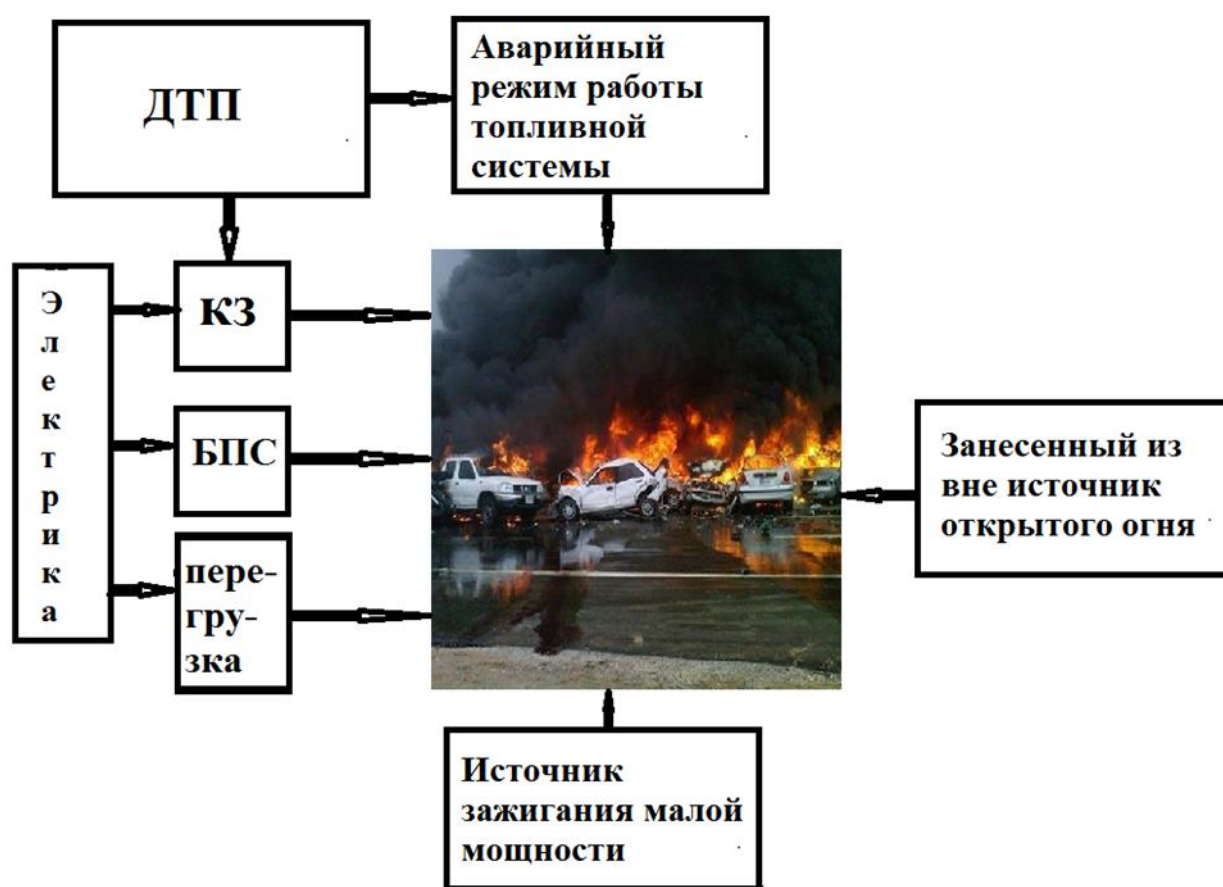


Рис. 2. Анализ источников зажигания на открытых автостоянках
(КЗ – короткое замыкание; БПС – большое переходное сопротивление)

При горении разлитого под автомобилем топлива обгорание кузова будет сравнительно равномерным по высоте кузова. При выгорании только содержимого автомобиля изнутри низ кузова и дверей снаружи может сохранить остатки лакокрасочного покрытия, поскольку при данном условии эти элементы автомобиля находятся в зоне сравнительно низких температур [5–7].

При нахождении очага пожара вне опорной площадки автомобиля (сбоку, спереди или сзади) термическое воздействие на автомобиль осуществляется только путём теплового излучения. В этом случае кузов автомобиля будет постепенно прогреваться и, в зависимости от интенсивности нагрева, определяемой размерами зоны горения и расстоянием

ее до автомобиля, может произойти обгорание лакокрасочного покрытия, возгорание покрышек колёс и далее самого автомобиля. Например, от одного автомобиля пожар перебрасывается на расположенный рядом автомобиль.

При моделировании пожаров используются детерминированные стохастические математические модели. На рис. 3 показано основное отличие детерминированных и вероятностных моделей.

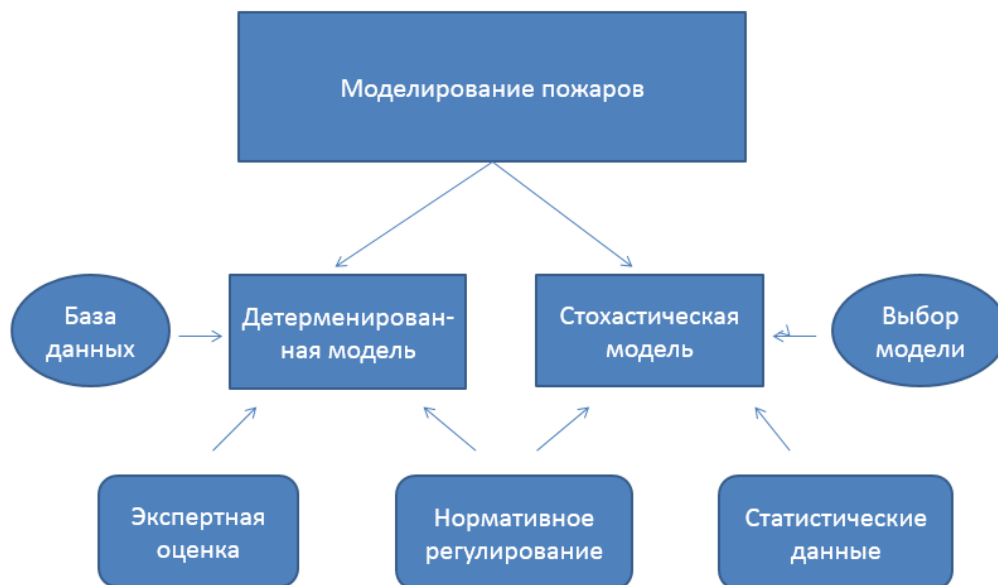


Рис. 3. Особенности использования математических моделей описания пожарной безопасности на открытых автостоянках

Проведённый выше анализ процесса возникновения и развития пожаров на открытых автостоянках показывает, что можно выделить три основные стадии. На первой стадии (I) происходит концентрация (сосредоточение) опасных факторов. При этом создаётся обстановка повышенного риска возникновения пожароопасной ситуации. Если ведётся постоянный мониторинг и на этой стадии принять соответствующие меры, то чрезвычайную ситуацию (ЧС) можно предотвратить. В противном случае наступает вторая стадия (II): процесс возникновения и развития пожаров на открытых автостоянках. Процесс развития ЧС может дальше развиваться резким скачком или медленно нарастать. Если на данном этапе не произвести локализацию и принять меры к ликвидации пожароопасной обстановки, то наступает третья стадия (III) – пожар.

Процесс возникновения и развития пожаров на открытых автостоянках можно описать логистической (сигмоидной) функцией. В статистике логистическая функция-модель используется для предсказания вероятности возникновения события «подгоном» данных к логистической кривой. При этом используют дополнительные переменные, которые могут быть или числовыми, или категориальными. Другие названия для логистической регрессии, используемые в различных прикладных областях, включают логистическую модель и классификатор максимальной энтропии.

Простейшая логистическая функция может быть описана формулой:

$$f(r) = \frac{1}{1 + e^{-r}}.$$

Переменная g отражает подверженность некоторому набору факторов риска, в то время как $f(r)$ представляет вероятность конкретного исхода при заданном наборе рисков. Переменная g является мерой полного вклада всех факторов риска, используемых в модели, и известна как *logit*.

$$r = k_0 + k_1 r_1 + k_2 r_2 + \dots + k_n r_n,$$

где k_0 называют «точкой пересечения», а $k_1, k_2 \dots k_n$ – некоторые коэффициенты, требующие подбора (обычно, методом наибольшего правдоподобия) факторов риска $r_1, r_2, \dots r_n$ – соответственно. Ясно, что при $r=0$, риск становится равным 0,5, и в этой точке наблюдается перегиб функции. С позиций теории перколяции эту точку можно считать порогом перколяции. Каждый из коэффициентов регрессии описывает размер вклада соответствующего фактора риска.

Положительный коэффициент регрессии означает, что данный фактор увеличивает общий риск (то есть повышает вероятность анализируемого исхода), в то время как отрицательный коэффициент означает, что этот фактор уменьшает риск; большой коэффициент регрессии означает, что данный фактор существенно влияет на совокупный риск, в то время как почти нулевой коэффициент регрессии означает, что этот фактор имеет небольшое влияние на вероятность результата. Логистическая регрессия – удобный способ описать влияние одного или нескольких факторов риска на результат.

Необходимо оценивать способности системы продолжать нормальное функционирование в условиях постоянно действующих деструктивных влияний и противостоять им, адаптировать алгоритмы функционирования к новым условиям и организовывать функциональное восстановление или обеспечить функционирование при постепенном процессе восстановления.

При использовании перколяционных моделей для управления и принятия решения в условиях ЧС следует рассмотреть влияние окружающей среды на процессы развития ЧС. Проведённый анализ показывает, что на развитие пожароопасных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- размерность покрывающих решёток степень связности узлов;
- фазовые переходы.

Для описания процессов выше предела перколяции используется евклидова геометрия. Для процессов с плотностью занятых узлов ниже предела перколяции используются алгоритм Зиффа, Лиса, Хошена-Копельмана [6, 8]. В последних разработках наиболее популярным становится метод моделирования фрактальных процессов, основанный на использовании алгоритмов фрактального броуновского движения (RMD-алгоритм или SRA-алгоритм).

Следовательно, исследование распространения горения по структурированной пожарной нагрузке с помощью перколяционных процессов с использованием решёточной модели представления пространства показало, что данный процесс можно описать с помощью конечных цепей Маркова.

Предложенное в работе стохастическое моделирование, основанное на теории конечных цепей Маркова [6–8], успешно применяется в различных отраслях промышленности, но для моделирования пожаров практически не используется.

На рис. 4 приведён алгоритм методики принятия решений по снижению риска возникновения и развития пожароопасных ситуаций на открытых автостоянках, а на рис. 5 физическая реализация методики принятия решений по снижению риска возникновения и развития пожароопасных ситуаций на открытых автостоянках.

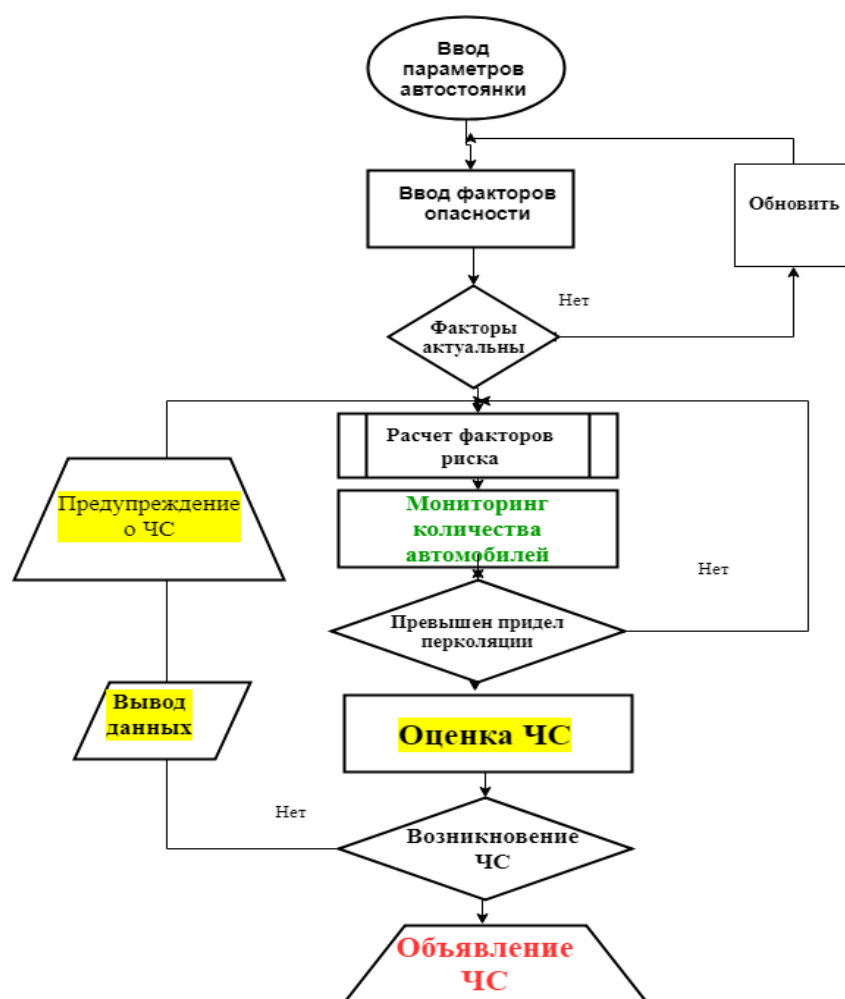


Рис. 4. Алгоритм методики принятия решений по снижению риска возникновения и развития пожароопасных ситуаций на открытых автостоянках

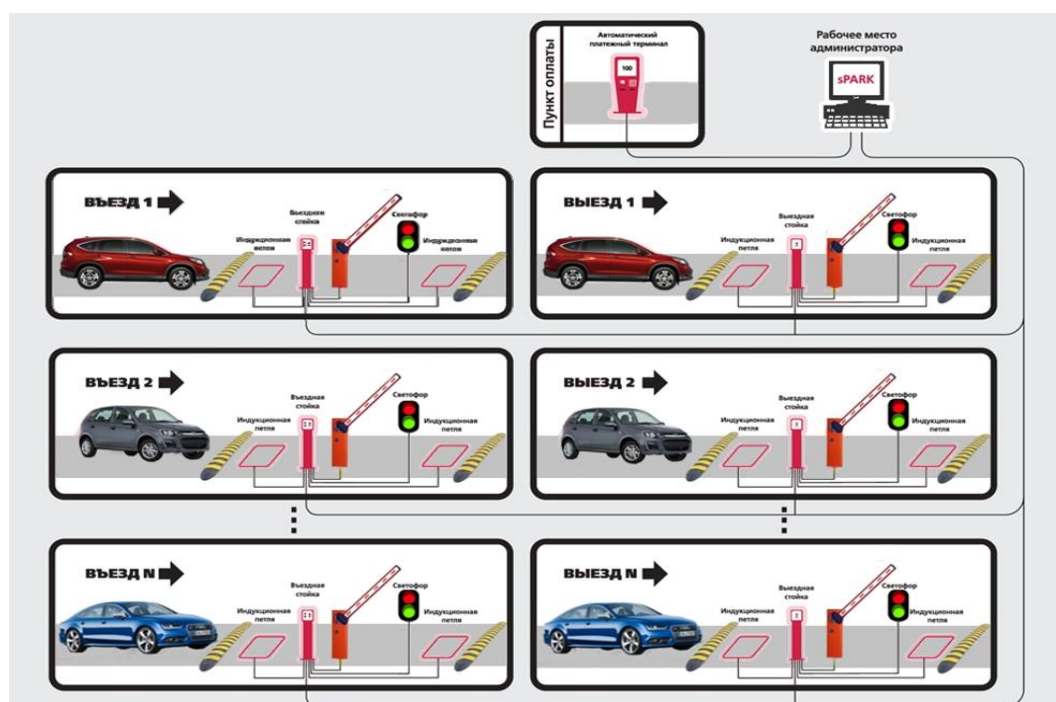


Рис. 5. Физическая реализация методики принятия решений по снижению риска возникновения и развития пожароопасных ситуаций на открытых автостоянках

Предложенная методика на основе стохастических моделей описания развития пожаров на открытых автостоянках способствует принятию эффективных решений при обеспечении пожарной безопасности и тушению пожаров. Она обеспечивает снижение пожарной опасности при возникновении и развитии ЧС на открытых автостоянках с использованием стохастических моделей и мониторинга структурирования пожарной нагрузки.

Литература

1. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства Рос. Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 // Рос. газ. 2007. 26 мая. № 111.
2. Галишев М.А., Моторыгин Ю.Д. Стохастические методы принятия решений для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 4 (28). С. 59–64.
3. Мирясов Е.Ю., Аманбаев М.Т., Моторыгин Ю.Д. Перколяционная модель описания процессов развития чрезвычайных ситуаций // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2013. № 3. С. 74–81.
4. Бельшина Ю.Н., Мирясов Е.Ю., Павлова А.С. Вероятностный анализ природного и техногенного рисков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. Т. 1. № 1 (5). С. 89–91.
5. Моторыгин Ю.Д., Ловчиков В.А., Сухорукова И.О. Моделирование процесса зажигания с помощью конечных цепей Маркова // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 1 (13). С. 74–79.
6. Моторыгин Ю.Д., Гречуха Н.М., Литовченко И.О. Процесс управления и принятия решения стохастическими методами в условиях чрезвычайных ситуаций // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 4. С. 144–150.
7. Оценка эффективности принятия решений по повышению пожарной безопасности на открытых автостоянках / Ю.Д. Моторыгин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 1. С. 25–31.
8. Моторыгин Ю.Д. Системный анализ моделей описания процессов возникновения и развития пожара: дис. ... д-ра техн. наук. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2011.

References

1. O klassifikacii chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennoho haraktera: Postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 21 maya 2007 g. № 304 // Ros. gaz. 2007. 26 maya. № 111.
2. Galishev M.A., Motorygin Yu.D. Stohasticheskie metody prinyatiya reshenij dlya umen'sheniya veroyatnosti vozniknoveniya chrezvychajnyh situacij // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2013. № 4 (28). S. 59–64.
3. Miryasov E.Yu., Amanbaev M.T., Motorygin Yu.D. Perkolyacionnaya model' opisaniya processov razvitiya chrezvychajnyh situacij // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2013. № 3. S. 74–81.
4. Bel'shina Yu.N., Miryasov E.Yu., Pavlova A.S. Veroyatnostnyj analiz prirodnoho i tekhnogennoho riskov // Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy. 2014. T. 1. № 1 (5). S. 89–91.
5. Motorygin Yu.D., Lovchikov V.A., Suhorukova I.O. Modelirovanie processa zazhiganiya s pomoshch'yu konechnyh cepej Markova // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2010. № 1 (13). S. 74–79.
6. Motorygin Yu.D., Grechuha N.M., Litovchenko I.O. Process upravleniya i prinyatiya resheniya stohasticheskimi metodami v usloviyah chrezvychajnyh situacij // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2016. № 4. S. 144–150.
7. Ocenka ehffektivnosti prinyatiya reshenij po povysheniyu pozharnoj bezopasnosti

na otkrytyh avtostoyankah / Yu.D. Motorygin [i dr.] // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. T. 26. № 1. S. 25–31.

8. Motorygin Yu.D. Sistemnyj analiz modelej opisaniya processov vozniknoveniya i razvitiya pozhara: dis. ... d-ra tekhn. nauk. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2011.

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА И ОБОСНОВАНИЯ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОЕМОВ В СЕЛЬСКОМ НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ

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

Разработан научно-методический подход обоснования схемы размещения противопожарных водоемов в сельском населенном пункте, а также обоснованы формулы определения объема открытого противопожарного водоема и его глубины.

Ключевые слова: сельский населенный пункт, противопожарный водоем, схема размещения, норматив оборудования

THE METHOD OF DETERMINING THE AMOUNT AND SUBSTANTIATION OF THE LAYOUT OF FIRE WATER RESERVOIRS IN RURAL VILLAGE

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

Developed a scientific and methodical approach to the substantiation of the layout of fire water reservoirs in rural village, and also established formula for determining the volume of an open fire pond and its depth.

Keywords: rural settlement, fire pond, layout, standard equipment

Анализ опыта тушения различных пожаров в сельских населенных пунктах показывает, что сил и средств для их защиты недостаточно или они отсутствуют. Исходя из этого, для тушения пожара в сельском населенном пункте предлагается использовать противопожарные резервуары и средства, обеспечивающие доставку воды к местам пожаров.

К источникам противопожарного водоснабжения относятся наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами, водные объекты и противопожарные резервуары [1], в населенных пунктах с количеством жителей до 5 000 человек допускается использовать природные или искусственные водоемы. При этом в 13,5 тыс. сел и деревень постоянных жителей нет, а в 36,2 тыс. проживает до 10 человек.

Для определения требуемого объема воды для тушения пожара в населенном пункте и обоснования схемы размещения пожарных водоемов для примера взята д. Айметово Советского района Республики Марий Эл, при этом расход воды на пожар принимается 5 л/с, а продолжительность тушения – 3 ч (10 800 с). Противопожарные резервуары должны размещаться [2] при наличии автонасосов – в радиусе 200 м от обслуживаемых зданий, при наличии мотопомп – в радиусе 100–150 м в зависимости от их возможностей. При расходе воды 5 л/с достаточно использовать мотопомпы нормального давления, поэтому $R=100$ м.

Объем открытых противопожарных водоемов рассчитывают с учетом испарения воды и образования льда [2].

Средняя многолетняя величина испарения за безледоставный период может быть рассчитана по формуле [3]:

$$W_{\text{исп}} = W_{\text{исп } 0} \cdot S,$$

где $W_{\text{исп}}$ – среднемноголетний объем испаряемой воды, тыс. м³; $W_{\text{исп } 0}$ – величина испарения с поверхности водоема, мм; S – площадь акватории водоема, км².

Для водоемов площадью до 5 км² она определяется по формуле [3]:

$$W_{\text{исп } 0} = E_{20} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{защ}} \cdot \beta,$$

где $E_{20} = 50$ см – средняя многолетняя величина испарения с водной поверхности бассейна площадью $S = 20$ м²; $K_{\text{н}} = 1$ – поправочный коэффициент на глубину водоема; $K_{\text{защ}}$ – коэффициент уменьшения испарения с защищенных водоемов (водоем не защищен от ветра растительностью, строениями и другими препятствиями – в расчетах не учитывается); $\beta = 1,03$ – поправочный коэффициент на площадь водоема.

Из этого следует, что величина испарения с поверхности водоема равна:

$$W_{\text{исп } 0} = 50 \text{ см} \cdot 1 \cdot 1,03 = 51,5 \text{ см} = 0,515 \text{ м}.$$

Средняя многолетняя величина испарения будет равна:

$$W_{\text{исп}} = 0,515 \text{ м} \cdot 20 \text{ м}^2 = 10,3 \text{ м}^3.$$

Объем воды в осевшем ледяном покрове определяется по формуле [4, 5]:

$$W_{\text{л}} = 0,9(F_{\text{н}} - F_{\text{к}})h_{\text{л}},$$

или ее модификации:

$$W_{\text{л}} = 0,9(S_{\text{н}} - S_{\text{к}})h_{\text{л}},$$

где $F_{\text{н}}$, $S_{\text{н}}$ и $F_{\text{к}}$, $S_{\text{к}}$ – соответственно, начальная и конечная площади зеркала водоема – при отсутствии зимней сработки водоема $F_{\text{к}}$, $S_{\text{к}}$ могут не учитываться, а $S = S_{\text{н}} = 20$ м²; $h_{\text{л}}$ – средняя толщина льда за период оседания его на берегах, при отсутствии данных:

$$h_{\text{л}} = 0,67 \cdot h_{\text{л.макс}} = 0,67 \cdot 0,6 = 0,402 \text{ м},$$

где $h_{\text{л.макс}}$ – максимальная толщина льда на закрытых водоемах (пруды, озера), $h_{\text{л.макс}} = 0,6$ м в Республике Марий Эл в зимний период 2016–2017 гг. [6].

Следовательно, объем воды в осевшем ледяном покрове равен:

$$W_{\text{л}} = 0,9 \cdot S_{\text{н}} \cdot h_{\text{л}} = 0,9 \cdot 20 \cdot 0,402 = 7,236 \text{ м}^3.$$

Таким образом, объем одного противопожарного водоема равен:

$$\begin{aligned} V_{\text{в}} &= \frac{t \cdot Q}{n} + W_{\text{исп}} + W_{\text{л}} = \frac{10800 \text{ с} \cdot 5 \text{ л/с}}{2} + 10,3 \text{ м}^3 + 7,236 \text{ м}^3 = \\ &= 27 \text{ м}^3 + 10,3 \text{ м}^3 + 7,236 \text{ м}^3 = 44,536 \text{ м}^3 \approx 44,5 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

где t – продолжительность тушения пожара, с; Q – расход воды на один пожар, л/с; n – количество противопожарных водоемов; $W_{\text{исп}}$ – среднемноголетний объем испаряемой воды, м³; $W_{\text{л}}$ – объем воды в осевшем ледяном покрове, м³.

Следовательно, исходя из площади противопожарного водоема 20 м^2 , размеры противопожарного водоема равны: $a = 4 \text{ м}$ – длина; $b = 5 \text{ м}$ – ширина, а глубина с условием того, что превышение кромки водоема над уровнем воды в нем должно быть не менее $0,5 \text{ м}$:

$$c = \frac{V_{\text{в}}}{a \cdot b} + 0,5 \text{ м} = \frac{41,04 \text{ м}^3}{4 \text{ м} \cdot 5 \text{ м}} + 0,5 \text{ м} = 2,225 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 2,725 \text{ м}.$$

Всасывающая сетка всасывающей линии мотопомпы должна быть погружена в воду не менее чем на 300 мм ниже уровня воды.

Так как условный диаметр всасывающего патрубка мотопомп нормального давления (МП-200, МП-400, МП-600) равен 80 мм , то высота сетки СВ-80 должна быть не более 200 мм [7].

Из этого следует, что высота водоема должна быть не менее $0,6 \text{ м}$. Данному условию соответствует высота пожарного водоема $c = 2,725 \text{ м}$.

Расстояние от противопожарных водоемов до зданий, в зависимости от степеней их огнестойкости, должно быть не менее $10\text{--}30 \text{ м}$ [2].

На основании изложенного обоснована схема размещения противопожарных водоемов в д. Айметово Советского района Республики Марий Эл (рис.), предполагающая оборудование восьми противопожарных водоемов $44,5 \text{ м}^3$ каждый.

Объема воды $44,5 \text{ м}^3$ достаточно для тушения одного пожара в пределах работы мотопомп нормального давления в течение 3 ч при расходе воды 5 л/с .

Если в радиус $R=100 \text{ м}$ попадает несколько домовладений, то объем воды должен быть увеличен на соответствующую величину.

Предлагаемый подход может быть распространен на все сельские населенные пункты, где в качестве источника воды используются противопожарные водоемы.



Рис. Схема размещения противопожарных водоемов в д. Айметово Советского района (вариант):
 1 – основные пожарные водоемы; 2 – резервные пожарные водоемы; R – радиус обслуживания
 пожарным водоемом зданий; L – расстояние от точки забора воды до здания

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов: Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 нояб. 2007 г. № 314. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Рекомендации по проектированию прудов (утв. Приказом В/О «Союзводпроект» от 6 июня 1981 г. № 78; рассмот. Научно-техническим Советом Минводхоза СССР 20 дек. 1979 г. (Протокол № 330). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Савичев О.Г., Краснощёков С.Ю., Наливайко Н.Г. Регулирование речного стока: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. 114 с.
6. Очередной профилактический рейд инспекторов ГИМС // Главное управление МЧС России по Республике Марий Эл. URL: <http://12.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/4845993/> (дата обращения: 15.05.2017).
7. ГОСТ Р 53253–2009. Техника пожарная. Сетки всасывающие. Общие технические требования. Методы испытаний. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnej bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. SP 8.13130.2009. Sistemy protivopozharnej zashchity. Istochniki naruzhnogo protivopozharnogo vodosnabzheniya. Trebovaniya pozharnej bezopasnosti. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
3. Ob utverzhdenii Metodiki rascheta vodohozyajstvennyh balansov vodnyh ob"ektov: Prikaz Ministerstva prirodnyh resursov Rossijskoj Federacii ot 30 noyab. 2007 g. № 314. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. Rekomendacii po proektirovaniyu prudov (utv. Prikazom V/O «Soyuzvodproekt» ot 6 iyunya 1981 g. № 78; rassmot. Nauchno-tekhnicheskim Sovetom Minvodhoza SSSR 20 dek. 1979 g. (Protokol № 330). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Savichev O.G., Krasnoshchëkov S.Yu., Nalivajko N.G. Regulirovanie rechnogo stoka: ucheb. posobie. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekh. un-ta, 2009. 114 s.
6. Ocherednoj profilakticheskij rejd inspektorov GIMS // Glavnoe upravlenie MCHS Rossii po Respublike Marij Ehl. URL: <http://12.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/4845993/> (data obrashcheniya: 15.05.2017).
7. GOST R 53253–2009. Tekhnika pozharная. Setki vsasyvayushchie. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ (ПОЖАРЕ) НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Н.В. Петрова;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Описывается алгоритм действий пожарно-технического эксперта нормативной специализации при производстве судебной экспертизы пожара на объекте хранения нефтепродуктов, выявлении нарушений требований пожарной безопасности и причинно-следственных связей этих нарушений с возникновением пожара, его развитием и последствиями. Приводится пример экспертного анализа пожара автомобиля-бензовоза, возникшего при его заполнении бензином на нефтебазе.

Ключевые слова: судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза, объекты хранения нефти и нефтепродуктов, причинно-следственная связь, нарушение требований пожарной безопасности, технология экспертного исследования

ESTABLISHMENT OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS VIOLATION CAUSE AND EFFECT RELATIONSHIPS AND THE APPEARENCE, DEVELOPMENT AND (FIRE) CONSEQUENCES ON PETROLEUM STORAGE FACILITIES

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

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

This article describes the algorithm of actions of a fire and technical expert of normative specialization in the forensic fire expertise at the petroleum storage facilities, the detection of fire safety requirements violations and cause and effect relationships of these violations with the occurrence of a fire, its development and consequences. The expert analysis of the fire on a gasoline tank truck that was caused during its filling with gasoline at the petroleum base is given as an example.

Keywords: forensic normative fire-technical expertise, petroleum storage facilities, cause and effect relationships, violation of fire safety requirements, technology of expert study

Обеспечению пожарной безопасности (ПБ) объектов хранения нефтепродуктов (НП), учитывая характер и количество их пожарной нагрузки, как правило, уделяется много внимания. Тем не менее пожары происходят достаточно часто и при их расследовании правоохранительные органы и суд интересуют не только (и не столько) традиционные вопросы о месте возникновения (очага) и причины пожара, как вопрос о том, какие требования ПБ в данном случае были нарушены, и нарушение которых из них, собственно, и привело к пожару. Без этого следствию невозможно установить виновное лицо, то есть решить свою главную задачу.

Установка причинно-следственных связей при расследовании пожаров и нарушений требований ПБ в большинстве случаев требует в первую очередь технических, а не юридических компетенций.

Невыявленные и недоказанные причинно-следственные связи во многом определяют низкую эффективность расследования пожаров и нарушений требований ПБ – до суда в России доходит (по данным 2016 г.) из 704 уголовных дел только 169.

Анализ причинно-следственных связей позволяет объяснить следствию (суду) механизм возникновения и развития пожара в данном конкретном случае, указать на «удельный вес» отдельных факторов в конечном результате – последствиях пожара. Так формируется доказательная база. При этом может возникнуть необходимость моделирования развития событий (физически или с помощью компьютерной техники), провести расчеты, более глубоко проанализировать установленные факты.

Причинно-следственные связи анализируются и устанавливаются в различных видах судебных экспертиз, которые относятся к разряду ситуационных. Это автотехническая, транспортно-трассологическая, трассологическая, баллистическая, криминалистическая, взрывотехническая, экологическая, строительно-техническая, судебно-медицинская и другие виды судебных экспертиз [1, 2].

В криминалистике и судопроизводстве, в том числе при формулировании вопросов, которые ставятся на разрешение пожарно-технических экспертов, употребляются понятия непосредственной причинной связи и прямой причинной связи. Здесь не существует общепринятых правил и часто в силу этого стороны не понимают друг друга, в экспертизах следует «ответ не на вопрос», а адвокаты получают прекрасную возможность спекуляций на нечетко выраженных формулировках.

Холина Е.А. в своей монографии «Установление причинно-следственных связей при производстве судебных экспертиз» [1] формулирует различия в этих понятиях следующим образом:

Непосредственная причинно-следственная связь «...подразумевает переход одного события в другое без промежуточных звеньев. Исследования такого вида можно разделить на следующие этапы: сначала предполагается наличие непосредственной причинной связи между двумя событиями, затем указанная непосредственность подвергается проверке. Проверка в этой части направлена на рассмотрение всех возможных дополнительных «включений» между событиями, обладающими способностью повлиять на характер, масштабы и значимость произошедшего».

«Прямая связь подразумевает такое развитие событий, вызванное общественно-опасным действием или бездействием и приведшее к негативному результату, которое происходило без присоединения других независимых сил.... Здесь речь идет о более «длинной» цепочке событий, переходящих одно в другое и, в конечном счёте, приводящих к последствиям, ставшим предметом расследования» [1].

В судебной пожарно-технической экспертизе, где принято использовать понятие «непосредственная (или техническая)» причина пожара, такая трактовка терминов представляется не совсем удачной.

Корректнее считать, что в непосредственной причинно-следственной связи с возникновением и развитием пожара находятся физические процессы, которые инициируют сначала это самое возникновение горения (пожара), а затем его развитие. Если речь идет о возникновении пожара, это может быть, загорание (вещества, материала, изделия) под воздействием источника открытого огня, тлеющего табачного изделия, электрической или фрикционной искры и т.д. В непосредственной причинно-следственной связи с возникновением пожара могут рассматриваться появление нештатной газовой или иной горючей субстанции, окислителя и источника зажигания (то есть факторов, формирующих «треугольник пожара»). Для ответа на подобный вопрос должна быть установлена связь выявленных нарушений с наличием материальных факторов, обеспечивших процесс возникновения горения (пожара).

При установлении причинно-следственных связей выявленных нарушений с развитием пожара необходимо проанализировать, способствовало ли каждое из нарушений по отдельности или в совокупности:

- увеличению площади пожара;
- увеличению скорости распространения огня;

– распространению горения за пределы площадей, выделенных противопожарными преградами (противопожарными разрывами, обвалованием, стенами, перегородками, перекрытиями, если пожар произошел в здании и т.д.).

Непосредственной причиной развития (распространения) пожара (за пределы очага пожара) может быть воздействие на окружающие горючие предметы конвективных потоков от очага пожара, лучистые тепловые потоки, разлет искр из очаговой зоны, короткие замыкания в неотключенной при возникновении и в ходе пожара электросети и т.д.

При решении вопроса о наличии причинно-следственных связей между нарушениями и последствиями пожара необходимо в первую очередь проанализировать связь нарушений с тяжкими последствиями пожара. Таковыми являются:

а) причинение тяжкого вреда здоровью человека и гибель людей. В подобной ситуации экспертом рассматриваются выявленные нарушения, связанные с невыполнением условий безопасной эвакуации людей, с невыполнением требований, направленных на успешную работу пожарных подразделений по тушению пожара и спасению людей, иными вопросами обеспечения безопасности людей при возникновении пожара;

б) причинение крупного материального ущерба, длительная приостановка или дезорганизация работы предприятия, учреждения или организации и т.п.

В прямой же причинно-следственной связи могут находиться именно те нарушения требований ПБ, которые (если бы их исполняли), не позволили бы пожару возникнуть, распространяться или минимизировали ущерб от него.

Ряд нарушений требований ПБ может находиться в косвенной связи с событиями и последствиями пожара. Они также требуют анализа и отражения в заключение эксперта.

Выявление нарушений требований ПБ и анализ возможных причинно-следственных связей осуществляется по схеме, приведенной на рисунке.

Этап 1. Ознакомление с материалами дела.

На данном этапе изучаются имеющиеся сведения по пожару, собранные дознавателем (следователем) в ходе допросов свидетелей, технического персонала, представителей администрации и др.

Требования ПБ могут быть различны для разных типов объектов (жилых зданий, производственных объектов, складских помещений, транспорта и т.д.). Существенным является время сооружения и реконструкции (если таковая производилась) объектов. Поэтому крайне важно получить представления о характере объекта, его параметрах и характеристиках, о том, что произошло, когда, по какой предполагаемой причине (причинах), зафиксировать последствия инцидента.

На этом этапе запрашиваются дополнительные, необходимые для прояснения ситуации, сведения.

Этап 2. Определение перечня нормативных документов, положения которых распространяются на рассматриваемый объект, с целью выявления и анализа нарушений требований ПБ.

Исходя из характера объекта и фабулы произошедшего события, определяется круг нормативных документов, содержащих требования ПБ, распространяющиеся конкретно на исследуемые объекты. Даже для конкретного случая – пожара на объекте хранения НП – этот перечень, довольно велик. Он включает инструкции о мерах ПБ на конкретном объекте (такие должны быть, в соответствии с Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, на каждом объекте); своды правил, руководящие документы, ГОСТы, нормативные документы, введенные в действие приказами министерств и ведомств, федеральные законы и т.п.

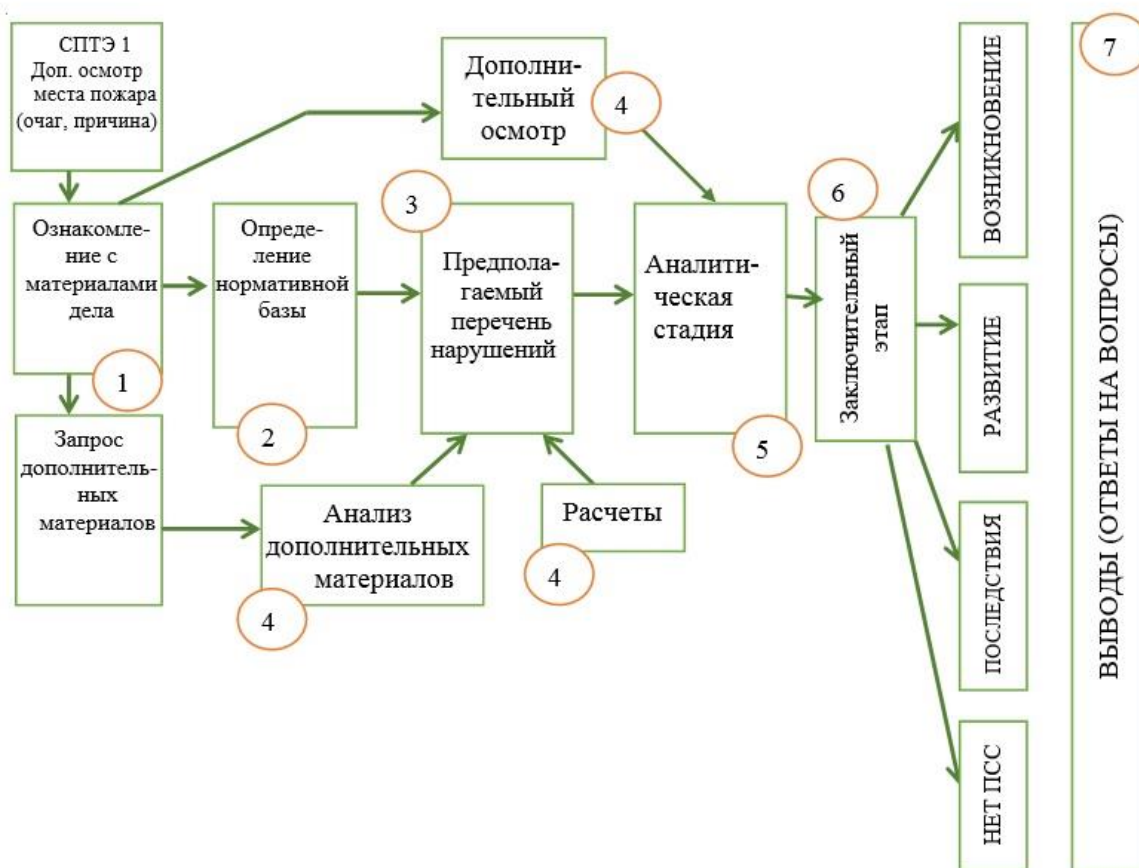


Рис. Схема выявления нарушений требований ПБ и анализа возможных причинно-следственных связей
СПТЭ – судебная пожарно-техническая экспертиза; ПСС – причинно-следственные связи

Этап 3. Формирование предполагаемого перечня нарушений требований ПБ.

В выбранных на этапе двух нормативных документах намечаются конкретные требования, потенциально связанные с анализируемым пожаром. Не страшно, если они дублируются в нескольких документах – этот факт необходимо будет отразить в тексте экспертного заключения и тем хуже для их нарушителя.

Этап 4. Проведение осмотра места пожара и анализ полученных дополнительных материалов.

При проведении нормативной пожарно-технической экспертизы осмотр места пожара имеет свою специфику. Подробнее он рассмотрен в работе [3].

Этап 5. Аналитическая стадия. Это ключевой этап работы эксперта.

Для возникновения пожара должен быть, как известно, реализован «треугольник пожара» – присутствовать горючая среда, окислитель и источник зажигания, который способен инициировать реакцию горения (взаимодействия указанных компонентов). Окислитель, как правило, кислород воздуха, а вот горючее вещество может быть «штатным», то есть присутствовать в рассмотренной ситуации «на законном основании», как составная часть технологического процесса (хранения, перекачки, перевозки и т.д.), либо «нештатным», появившемся в результате выброса, утечки или иной аварийной ситуации. В первом случае, в соответствии со ст. 48 Федерального закона от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ (ФЗ № 123-ФЗ) [4], должны быть реализованы меры, направленные на исключение условий внесения в горючую среду возможных источников зажигания (если таковые предусмотрены). В последнем случае – определён круг нормативных требований, выполнение которых исключило бы появление этой «нештатной» горючей среды (исключение условий образования горючей среды) и, соответственно, ее контакт с источником зажигания.

Аналогична ситуация с источником зажигания – он тоже может быть (условно назовём) «штатным», и тогда должны быть предусмотрены и выполнены на практике меры его изоляции от горючей среды или «нештатным», появившемся в результате какого-либо аварийного пожароопасного процесса.

При анализе нарушений, обусловивших возможность развития пожара, также определяются «штатное» или «нештатное» происхождение горючей среды, обеспечившей развитие горения во времени и в пространстве (за пределы очага пожара), а также меры, которые направлены на создание препятствий для продвижения фронта горения. Это могут быть активная и конструктивная пожарная защита объектов, действия пожарных подразделений по локализации и тушению пожара и др.

По иерархической лестнице нормативных документов предпочтительно двигаться снизу вверх – от местных инструкций по технике безопасности и пожарной безопасности конкретного объекта к документам, установленным (утвержденным) на ведомственном и межведомственном уровне, наконец, Правительством Российской Федерации, федеральным законом.

Задача эксперта как технического специалиста – выявить нарушения и оценить степень их влияния на возникновение и развитие аварийной ситуации. Статус «нарушенного» документа будут учитывать, если сочтут нужным, следствие и суд.

Не менее важно для судопроизводства аргументированное заключение эксперта о том, что те или иные действия (или бездействия) тех или иных лиц находятся в причинно-следственной связи с возникновением, развитием, последствиями пожара, но «напрямую» не оговариваются как недопустимые в соответствующих инструкциях, правилах.

Нередко встречаются ситуации, когда при существующем обилии правил, инструкций и других нормативных документов по пожарной безопасности, трудно указать конкретный пункт нормативного документа, запрещающего явно пожароопасное деяние.

Так, например, неоднократно случались пожары, когда распространение горения по территории складов и нефтебаз в северных регионах происходило скрытно, в режиме тления, в деревянных коробах с засыпкой из опилок, которые выполняли роль утеплителя теплотрасс и технологических трубопроводов.

Никак не лимитированы с точки зрения пожарной безопасности получившие распространение в южных регионах Российской Федерации хищения нефти и НП, путем врезки в трубопроводы с последующей перегонкой в кустарных условиях и получением фальсифицированных моторных топлив. Хотя в ряде случаев основной ущерб определяется не столько стоимостью украденного НП, сколько ущербом от пожара (взрыва), часто при этой варварской «технологии» происходящего.

Этап 6. Заключительный этап.

На данном этапе формулируются выводы в виде ответов на поставленные перед экспертом вопросы.

Технология анализа причинно-следственных связей может быть выстроена аналогично приведенному ниже примеру.

Обстоятельства пожара, известные из материалов дела:

Пожар произошел на нефтяном терминале. Бензовоз на базе КАМАЗ встал под погрузку. При завершении процесса заливки НП, в момент отключения заземляющего устройства, произошла вспышка.

Пожарные прибыли и смогли начать тушение, когда автомобиль практически сгорел. Огонь перекинулся на стоящий в ожидании погрузки другой бензовоз, который в результате также сгорел. Выгорело топливозаправочное оборудование поста заправки.

В результате пострадал сотрудник нефтебазы, имел место крупный материальный ущерб.

Из показаний допрошенных свидетелей следовало, что позднее прибытие пожарных связано с поздним сообщением о пожаре, а также проблемами с проездом по территории нефтебазы.

По заключению пожарно-технического эксперта специализации «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара» (СПТЭ-1), непосредственной причиной пожара послужило воспламенение паров бензина разрядом статического электричества.

У администрации запрошены через дознавателя инструкция о мерах ПБ объекта, должностные инструкции сотрудников нефтяного терминала, журнал прохождения противопожарных инструктажей, результаты служебной проверки инцидента, документы, регламентирующие порядок проведения технологических операций, лаборатории нефтебазы (паспорт партии НП, который загружался в бензовоз), арбитражная проба нефтепродукта, который заливался в бензовоз.

В материалах дела содержится информация, что рассматриваемая нефтебаза была введена в эксплуатацию в 2014 г. На основании ч. 4. ст. 4 ФЗ № 123-ФЗ [4] на данный объект распространяются положения следующих нормативных документов:

- ФЗ № 123-ФЗ [4];
- СП 155.13130.2014. Склады нефти и НП. Требования пожарной безопасности [5];
- Правила технической эксплуатации нефтебаз (ПТЭН) [6];
- Правила противопожарного режима в Российской Федерации (ППР) [7].

Исходя из объекта пожара (бензовоз, нефтяной терминал), известных событий (заполнение цистерны) и обстоятельств конкретного пожара можно предположить, что в данной ситуации, возможно, было нарушение:

- пунктов 5.106, 5.107, 5.112–5.116, 7.119, 7.266, 7.270, 9.5, 10.3 Правил технической эксплуатации нефтебаз [6];
- пунктов 289, 305, 310–314 Правил противопожарного режима в Российской Федерации [7].

Осмотр места пожара и анализ полученных дополнительных материалов. При необходимости – проведение расчетов.

В результате осмотра места пожара не выявлено явных нарушений (или на основе представленных администрацией материалов), исключены из списка предполагаемых нарушений п.п. 289, 311–313 [7], п.п. 9.5, 10.3, 5.106, 5.107, 5.113–5.119 [4].

При дополнительном осмотре места пожара зафиксировано наличие на заливной эстакаде устройства заземления автоцистерн (УЗА) УЗА-220В, а также заземляющих проводников УЗА. Напрямую проверить работоспособность УЗА и качество подключения не представлялось возможным ввиду их деформации и разрушений при пожаре, однако следы искрения (большого переходного сопротивления) на контактах были обнаружены и зафиксированы.

Просмотр видеозаписи с камеры наблюдения, находящейся на станции налива показал, что манипуляции, непосредственно предшествующие пожару (отсоединение проводников заземления), проводились до поднятия наливной трубы и отсоединения сливного шланга.

Проведены расчеты возможности загорания второй автоцистерны КАМАЗ под воздействием лучистого теплового потока от загоревшейся автоцистерны. Подтверждена возможность такого загорания.

Аналитическая стадия

1. Возникновение пожара.

Непосредственной (технической) причиной пожара является в данном случае воспламенение паров бензина от разряда статического электричества, произошедшее в момент выключения заземляющего устройства. Таким образом, горючая среда в данном случае «штатная», поскольку ее формирование закономерно при данном технологическом процессе (заполнении цистерны с бензином).

Источник же зажигания «нештатный». Он не должен проявляться в данном случае, и на исключение возможности возникновения разрядов статического электричества ориентированы ряд требований нормативных документов.

Как отмечалось выше, при осмотре заземляющего устройства были обнаружены признаки «плохого контакта» в его электрической цепи; преждевременное отключение заземляющего устройства установлено при анализе видеозаписи камеры наблюдения.

Появление нештатного источника зажигания в виде разряда статического электричества могло быть следствием (сочетанием) двух факторов – неисправностью и неустойчивостью функционирования устройства заземления, а также преждевременным отключением этого устройства на заключительной стадии заливки бензина в цистерну, приведшим к искрообразованию. Совпадение «во времени и пространстве» отключения устройства и вспышки паров НП позволяет сформулировать этот вывод в категорической, а не вероятностной форме.

Также, в соответствии с дополнительно представленными данными, водитель не проходил инструктаж по пользованию системами налива на нефтебазе. Этим могли быть обусловлены его неправильные действия на завершающей стадии заливки и на начальной стадии пожара.

Таким образом, с возникновением пожара в прямой причинно-следственной связи находятся нарушения п. 7.270. [6]: «Автоцистерны ... должны быть присоединены к заземляющему устройству.... Отсоединение заземляющих проводников от цистерны производится после завершения налива ...».

Пункт 5.112. [6]: «Должностные лица ... проверяют исправность искрогасителя на автомобильной цистерне, заземляющего устройства, ...».

Очевидно, что проверки в соответствии с п. 5.112 [4] не проводились (или проводились недостаточно добросовестно), в противном случае признаки большого переходного сопротивления были бы выявлены.

Также с возникновением пожара в прямой причинно-следственной связи находятся нарушения требований п. 310 [7], так как «При проведении технологических операций, связанных с наполнением и сливом легковоспламеняющихся и горючих жидкостей: ... устройства защиты от статического электричества должны быть в исправном техническом состоянии».

Косвенно в причинной связи с возникновением пожара находится нарушение п. 5.115 [6], по которому «5.115. Для обеспечения правильного пользования системами налива водители автоцистерн должны пройти на станции налива инструктаж». Такого инструктажа водитель не проходил и, возможно, поэтому пошел на явное нарушение порядка отключения заземления при наливе НП.

2. Развитие пожара.

Из материалов дела было установлено, что сообщение о загорании бензовоза по системе автоматической сигнализации не поступали, вызов пожарных произошел с опозданием (позднее сообщение).

Прибывший пожарный расчет не смог сразу подъехать на необходимое расстояние к месту загорания, самостоятельных действий по тушению первичными средствами водитель и персонал нефтебазы не предпринимали.

Таким образом, с развитием пожара в прямой причинно-следственной связи находятся нарушения п.п. 10.3, 7.119, 5.114 [6], требующих исправности системы пожаротушения, сигнализации связи, удобных и безопасных подъездов к наливным системам или стоякам.

3. Последствия пожара.

Ущерб от пожара состоял в материальном ущербе по автотранспорту и инфраструктуре и нанесении вреда здоровью сотруднику нефтебазы. Из материалов дела известно, что сотрудник нефтебазы из отдела материального обеспечения объекта находился рядом с автоцистерной в момент, когда в нее заливался нефтепродукт и получил ожоги.

Таким образом, с последствиями пожара, выразившимися в причинении вреда здоровью сотруднику нефтебазы, в прямой причинно-следственной связи находятся нарушения п. 5.56 Правил технической эксплуатации нефтебаз [6]: «Работникам, не связанным со сливноналивными операциями, находиться в зоне слива и налива нефтепродуктов запрещается».

Предлагаемый порядок анализа причинно-следственных связей нарушений требований ПБ, с возникновением, развитием и последствиями пожара на объектах хранения НП, естественно, может быть востребован при экспертном исследовании пожаров на других объектах.

Аналогичный анализ может выполняться и в ситуации «до пожара», когда экспертиза назначена по делу об административных правонарушениях. В этом случае анализируются потенциально-возможные ситуации и потенциально возможные причинно-следственные связи.

Литература

1. Холина Е.А. Установление причинно-следственных связей при производстве судебных экспертиз: монография. М: ЗАО «Книга и бизнес», 2012. 232 с.
2. Установление причинно-следственных связей в судебной медицине // Министерство здравоохранения Рос. Федерации; Бюро СМЭ СПб / под ред. проф. Г.П. Лаврентюка. СПб., 2013. 144 с.
3. Чешко И.Д., Петрова Н.В., Лобова С.Ф. Работа эксперта после пожара на объекте хранения нефтепродуктов // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2018. № 2.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон № 123-ФЗ от 22 июня 2008 г. (в ред. Федер. закона от 29 июля 2017 г. № 244-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Правила технической эксплуатации нефтебаз (утв. Приказом Минэнерго Рос. Федерации от 19 июня 2003 г. № 232). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390; в ред. от 30 дек. 2017 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. Holina E.A. Ustanovlenie prichinno-sledstvennyh svyazej pri proizvodstve sudebnyh ehkspertiz: monografiya. M: ZAO «Kniga i biznes», 2012. 232 s.
2. Ustanovlenie prichinno-sledstvennyh svyazej v sudebnoj medicine // Ministerstvo zdavoohraneniya Ros. Federacii; Byuro SMEH SPb / pod red. prof. G.P. Lavrentyuka. SPb., 2013. 144 s.
3. Cheshko I.D., Petrova N.V., Lobova S.F. Rabota ehksperta posle pozhara na ob"ekte hraneniya nefteproduktov // Nadzornaya deyatel'nost' i sudebnaya ehkspertiza v sisteme bezopasnosti. 2018. № 2.
4. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon № 123-FZ ot 22 iyunya 2008 g. (v red. Feder. zakona ot 29 iyulya 2017 g. № 244-FZ). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. SP 155.13130.2014. Sklady nefiti i nefteproduktov. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Pravila tekhnicheskoy ehkspluatatsii neftebaz (utv. Prikazom Minehnergo Ros. Federacii ot 19 iyunya 2003 g. № 232). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
7. Pravila protivopozharnogo rezhima v Rossijskoj Federacii (utv. postanovleniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 25 apr. 2012 g. № 390; v red. ot 30 dek. 2017 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

ВОЗМОЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МУРМАНСКОЙ И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

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

Проанализированы и выделены возможные источники нарушения устойчивости экосистем природного и техногенного характера на территории двух субъектов Арктической зоны Российской Федерации – Мурманской и Архангельской областей.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, экология, природные опасности, техногенные опасности

POSSIBLE SOURCES OF ENVIRONMENTAL HAZARDS IN THE TERRITORY OF SUBJECTS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION (MURMANSK AND ARKHANGELSK REGION)

L.A. Konnova; Yu.V. Lvova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Possible sources of the disturbance of the stability of natural and man-made ecosystems in the territory of two subjects of the Arctic zone of the Russian Federation, Murmansk and Arkhangelsk regions are analyzed and identified.

Keywords: Arctic zone of the Russian Federation, ecology, natural hazards, man-caused hazards

Арктика является климатоформирующим регионом нашей планеты, поэтому экологические проблемы Арктики привлекают внимание всего мирового сообщества. Нарушение экологического равновесия в Арктике в силу ее природно-географических особенностей может иметь глобальные последствия, в связи с этим еще в 1991 г. восемь арктических стран – Канада, Дания (включая Гренландию и Фарерские острова), Финляндия, Исландия, Норвегия, Российская Федерация, Швеция и США приняли Стратегию по защите окружающей среды Арктики (АЕРС). В предыдущие десятилетия развитие хозяйствования в Арктике привело к значительному экологическому ущербу, только с территории национального парка «Русская Арктика» в период 2012–2015 гг. было вывезено более 42 тыс. т различного вида отходов [1]. В настоящее время бурное развитие нефтегазодобывающей отрасли, восстановление Северного морского пути и создание транспортной системы значительно повысили антропогенную нагрузку на Арктический регион, что вкупе с проблемами изменения климата объясняет особое внимание к экологии региона. Обеспечение экологической безопасности в программе «Социально-экономическое развитие АЗРФ на период до 2020 года» Правительством России внесено в группу приоритетных задач по развитию Арктики.

Участие МЧС России в освоении и развитии Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) определено стратегией развития Арктики и заключается в обеспечении комплексной безопасности [2]. Для выполнения данной миссии в развивающуюся

инфраструктуру АЗРФ включены 10 арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС России (АКАСЦ), два из которых дислоцированы и действуют на территории Северо-Западного федерального округа.

Комплексная безопасность является понятием многомерным, включает разные виды безопасности, не только физическое сохранение населенных пунктов и других объектов инфраструктуры – промышленных и сельскохозяйственных, но и безопасность среды обитания, экологическую безопасность – ограничение действия неблагоприятных факторов на окружающую среду и население. Для реализации этой задачи, прежде всего, необходимо объективное представление о возможных источниках экологического неблагополучия – с одной стороны, природных, связанных с климатическими и топографическими особенностями субъектов, входящих в АЗРФ, и, с другой стороны, антропогенных, обусловленных эксплуатацией объектов техносферы.

На сегодняшний день, согласно Указу Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 287, АЗРФ включает девять субъектов, обозначенных на карте (рис.).



Рис. Арктическая зона Российской Федерации [3]

Данное исследование посвящено обобщению научной информации о состоянии и перспективах развития двух субъектах АЗРФ – Архангельской и Мурманской области с целью выделения основных возможных источников экологической опасности на их территории и повышения уровня готовности к реагированию на развитие нештатных ситуаций в процессе их эксплуатации. Выбор субъектов обусловлен тем, что, во-первых, Мурманская и Архангельская области относятся к старопромышленным районам, экономика которых базируется на эксплуатации недр, и им присущи все экологические проблемы, характерные для районов интенсивного использования полезных ископаемых. Во-вторых, в связи с интенсивным дальнейшим развитием добычи, хранения, переработки и транспортировки природных ресурсов растет и техногенный риск нарушения экологического равновесия в АЗРФ. Особенности развития техносферы с учетом специфики климата и географии субъектов формируют объективные представления о сопутствующем развитии

экологических опасностей, что важно принимать во внимание в плане повышения готовности МЧС России к чрезвычайным ситуациям (ЧС).

Сухопутная территория и водное пространство АЗРФ составляет 9 млн км², площадь суши простирается от Мурманской области до Чукотки и составляет 3,2 млн км². Архангельская и Мурманская области включены в Северо-Западный федеральный округ, при этом территория Архангельской области составляет 587 тыс. км² с населением 1 млн 787 тыс. человек, Мурманской области – 149,9 тыс. км² с населением 839 тыс. человек [4].

Территория Архангельской области состоит из арктической тундры, лесотундры и таежной зоны. Зимний период составляет 250 дней в году со средней температурой -20 °С. Область богата месторождениями алмазов, свинцовых и платиновых руд, бокситов, запасами рыбы и миллионами кубометров древесины. Запасы нефти и газа в области составляют соответственно 2 % и 6,6 % от запасов Российской Федерации. Нефть, газ и газовый концентрат в основном находятся в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, бокситы – в Северной Онеге. Кроме того, осваиваются месторождения карбонатного сырья для цемента, гипса, строительного камня, песка и т.д. В Архангельской области функционируют объекты федерального значения – г. Плесецк, ядерный полигон «Новая Земля», совместное российско-американское алмазное предприятие «Полярное сияние», а также «Роснефть», «Лукойл» и т.д. ОАО «Северное морское пароходство» сотрудничает с Центром управления морскими перевозками в Арктике и компанией «Оборонлогистика». Государство инвестирует развитие промышленности в области.

Мурманская область приказом Президента полностью включена в состав сухопутной АЗРФ с 2014 г. Эта область занимает важное геополитическое положение по отношению к индустриально развитым регионам, с которыми ее связывают воздушные, водные и наземные магистрали. Для рельефа области характерны горы, террасы, плато, равнинные болота и озера. Климат арктически умеренный, полярная ночь длится 40 дней. Характерно разнообразие природных ресурсов – до 60 различных крупных месторождений. Добывается более трех десятков полезных ископаемых – медно-никелевые, железные, апатитонефелиновые руды и редкие металлы. Горнодобывающая промышленность является ведущей отраслью экономики области.

Бурное развитие промышленности и происходящие в последние десятилетия изменения климата в Арктике прибавляют число возможных источников экологической опасности, повышая риск возникновения и развития ЧС. О значимости сохранения экологического равновесия в процессе освоения и развития Арктической зоны свидетельствуют активные обсуждения данной проблемы на многочисленных конференциях и арктических форумах [5]. Развитие инновационной инфраструктуры, строительство дорог, газопроводов, объектов нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей диктуют необходимость повышения готовности сил и средств МЧС России к возможным ЧС. Особые климатические условия Арктики свидетельствуют о необходимости пересмотра подходов к созданию, проектированию и эксплуатации сложных технических средств, ориентированных на безопасную их эксплуатацию.

Вследствие высокой концентрации промышленных объектов и активизации нефтегазодобывающей отрасли Северо-Западный федеральный округ является одним из наиболее опасных по уровню возникновения ЧС. Помимо достаточного количества потенциально опасных областных объектов, на территории округа расположены наиболее значительные и крупные северные города, такие как Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Североморск, Кандалакши, которые являются и крупными северными морскими портами России. Кроме того, в пределах округа размещены атомные электростанции, химически и взрывопожароопасные объекты, важные элементы коммуникаций и т.п. [6].

Анализ опасных природных явлений, которые могут стать причиной возникновения ЧС в Мурманской и Архангельской областях, позволяет выделить гидрологические

и метеорологические явления: наводнения различных типов (половодья, паводки, заторы), экстремально низкие температуры воздуха, сильный ветер, сильные осадки, метели.

Для Мурманской области характерна лавинная опасность в Хабинских горах, а так же на склонах гор Баранья Иолга, Верестундра, Кайта и др. Следует принимать во внимание и сейсмическую активность в Мурманской области, которая за последние 30 лет увеличилась почти в два раза [7].

В Архангельской области, кроме половодий и заторных наводнений, наблюдаются паводки, вызываемые ливневыми дождями и сопровождаемые сильными ветрами. При этом область является самой лесистой территорией нашего государства, для которой характерны природные лесные пожары. Рассматривается и возможность техногенного генезиса лесных пожаров в связи с возможными авариями на развитой сети трасс нефтепроводов и газопроводов. Кроме того, Мурманская и Архангельская области уникальны по концентрации экологически опасных объектов атомной энергетики и атомного флота. Стратегическое расположение областей, связанное с выходом к северным морям, позволило разместить на их побережье пункты базирования атомных кораблей Северного флота, специализированные судостроительные и судоремонтные заводы, что, в свою очередь, привело к реальным экологическим проблемам, связанным с загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод.

Следует обратить внимание на районы падения отделяющихся частей ракет-носителей, запускаемых с космодрома «Плесецк» в Архангельской области [8], а также на операции по загрузке и выгрузке ядерного топлива в г. Северодвинске [9].

Так же не стоит выпускать из вида полигон на архипелаге Новая Земля, который раньше использовался как гигантский ядерный могильник. У берегов Новой Земли было затоплено более 11 тыс. контейнеров с радиоактивными отходами. Программа утилизации радиоактивных отходов выполняется по настоящее время [10].

В Мурманской области широко распространены объекты, применяющие различные ядерные технологии: Кольская атомная электростанция, которая располагает несколькими хранилищами для твердых радиоактивных отходов; ОАО «Мурманское морское пароходство», осуществляющее эксплуатацию судов с ядерными энергетическими установками; Федеральное государственное унитарное предприятие «Росатомфлот», предназначенное для обеспечения эксплуатации и технологического обслуживания атомных ледоколов и судов вспомогательного флота; Судоремонтный завод «Нерпа» филиал Акционерного общества «Центр судоремонта «Звездочка», выполняющий комплексные ремонты кораблей и судов Военно-Морского флота, а так же сервисное обслуживание атомных подводных лодок (АПЛ), надводных кораблей (в том числе с ядерными электроустановками (ЯЭУ) и судов обеспечения, утилизацию АПЛ, кораблей и судов (в том числе с ЯЭУ); Северо-Западный центр по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» филиал ФГУП «РосРАО», созданный для обеспечения инфраструктуры по утилизации АПЛ, обращению с радиоактивными отходами и отработанным ядерным топливом и реабилитации радиационно опасных объектов в северном регионе России. Источники антропогенной радиоактивности и схема техногенного радиоактивного загрязнения Российской Арктики и основные методики ее составления обсуждаются в работе группы авторов [11].

Кроме риска возникновения ЧС радиационного характера, существует и риск ЧС химического характера, так как на территории Мурманской области расположено 53 химически опасных объекта, а на территории Архангельской области – 52. Наиболее сложная химическая обстановка может сложиться в результате аварии с выбросом в атмосферу хлора на целлюлозно-бумажных комбинатах в г. Мончегорске Мурманской области на предприятии ОАО «Кольская ГМК», в г. Новодвинске – ОАО «Архангельский ЦБК», г. Коряжма – ОАО «Котласский ЦБК» и ОАО «Соломбальский ЦБК» Архангельской области. В очаге поражения на площади примерно 245 км² может оказаться около 290 тыс. человек [12].

В связи с планами дальнейшего развития и усложнения процессов добычи углеводородов возрастает риск возникновения ЧС, обусловленных авариями при добыче, переработке и транспортировке нефтепродуктов и природного газа. Особенно опасными являются разливы нефти. Кольский залив уже достаточно загрязнен нефтепродуктами как в растворенном виде, так и видимой пленкой, постоянно присутствующей на поверхности воды, особенно в южной и средней части его. В случае разливов нефтепродуктов в северной части залива вследствие интенсивного водообмена с открытой частью Баренцева моря возможен вынос загрязняющих веществ в море и возникновение угрозы загрязнения нефтеуглеводородами вод и грунтов открытой части Баренцева моря [13]. В научной литературе активно обсуждается проблема безопасности эксплуатации объектов нефтегазового комплекса и вопросы выявления и устранения аварийных ситуаций в северных районах России [14]. С риском масштабных разливов и загрязнения большим количеством природных компонентов атмосферного воздуха и вод связана экологическая опасность буровых работ на морских акваториях, поэтому постоянно совершенствуют подходы и методы для снижения негативных последствий нефтяных разливов на окружающую среду [15].

Остается актуальной проблема утилизации промышленных отходов, миллионными тонн накапливающихся вокруг промышленных предприятий («Кандалакшский алюминиевый завод», «Горно-обогадительный комбинат «Апатит», «Кольская горно-металлургическая компания» Мурманская область; ОАО «Северо-Онежский бокситовый рудник», ОАО «Севералмаз», ОАО «Архангельский ЦБК» – Архангельская область). Потенциальными источниками загрязнения вод неочищенными и недостаточно очищенными промышленными стоками, содержащими фенолы, тяжелые металлы, лингосульфаты и другие примеси являются такие отрасли промышленности, как целлюлозно-бумажная (Филиал ОАО «Группа «Илим», ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Соломбальский ЦБК» Архангельская область) и деревообрабатывающая (ООО УК «Соломбалес», ОАО «Соломбальский ЛДК»). С деятельностью промышленных предприятий связана и опасность загрязнения воздуха взвешенными веществами.

Таким образом, активное освоение нефтяных и газовых месторождений, развитие горнодобывающей промышленности и транспортной инфраструктуры способствует появлению новых территорий антропогенного воздействия в Арктической зоне. Что касается государственной экологической политики, она проявляется усилением контроля, совершенствованием природоохранного законодательства и формированием эколого-ориентированного поведения крупных компаний. Экологизация нефтегазовой и транспортной отрасли, которые являются ключевыми сферами экономики, предполагает, с одной стороны, разработку и внедрение новых материалов и технологий, которые позволят минимизировать нарушение природных ландшафтов, а, с другой стороны – использовать экологически щадящий транспорт. Рассматриваются и проблемные вопросы развития экстремального туризма в плане разработки экологически щадящих маршрутов и транспортной техники в АЗРФ.

Проведенный анализ природных и техногенных особенностей Архангельской и Мурманской областей позволяет сделать вывод, что на территориях данных областей преобладают следующие риски ЧС, обусловленные природными и техногенными источниками (табл.), которые следует учитывать при подготовке спасателей данных регионов к ликвидации ЧС.

Таблица. Экологические опасности Мурманской и Архангельской областей

Природные риски	Техногенные риски
Наводнения, половодья	Радиационные и химические риски
Лавинная опасность	Загрязнение вод нефтепродуктами и неочищенными и недостаточно очищенными промышленными стоками
Природные лесные пожары	Загрязнение почв и воздуха

В заключение следует отметить, что согласно комплексной программе социально-экономического развития Арктической зоны, продленной до 2025 г., Мурманская и Архангельская области входят в опорные зоны – Кольскую и Архангельскую [16]. При формировании зон учитывали не только существующее административно-территориальное деление, транспортные узлы и ресурсную базу, но и перспективу социально-экономического развития АЗРФ. Мурманская область богата полезными ископаемыми, в программе заложены инвестиции для развития данного направления. Развитие Архангельской опорной зоны обеспечит такие отрасли экономики, как судостроение, машиностроение, логистика, лесопромышленный комплекс и туризм. Планируется развивать и новые направления – добычу свинца, цинка и серебра. В Архангельской области актуализировано развитие транспортной инфраструктуры для обеспечения полноценного коридора для освоения Арктики. Перспективы развития данных субъектов АЗРФ принимаются во внимание специалистами МЧС России для повышения готовности и результативности выполнения основной миссии – обеспечения комплексной безопасности в АЗРФ.

Литература

1. Экологические проблемы Арктики. URL: [https://file:///C:/Users/807468/Desktop/Экологические проблемы Арктики. html/](https://file:///C:/Users/807468/Desktop/Экологические%20проблемы%20Арктики.html) (дата обращения: 02.02.2018).
2. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: Указ Президента Рос. Федерации от 12 мая 2009 г. № 537. URL: [http://docs.cntd.ru/ document/](http://docs.cntd.ru/document/) (дата обращения: 18.02.2018).
3. СеверПост.RU Информационное агентство. URL: <http://severpost.ru/> (дата обращения: 18.02.2018).
4. Арктическая энциклопедия: в 2-х т., доп. и перераб. изд. «Северной энциклопедии». М.: Изд-во «Паулсен», 2017. Т. 2. 664 с.
5. Экологический вестник России. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/169572-V-Moskve-sostoyalas-III-Arktika-2018/> (дата обращения: 02.02.2018).
6. Акимов В.А., Козлов К.А., Косоруков О.А. Современные проблемы АЗРФ. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014. С. 175–176.
7. Современная сейсмичность на территории Мурманской области и ее проявление в горнопромышленных зонах / Ю.А. Виноградов [и др.] // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2016. № 7. С. 62–70.
8. Зеленина Л.И., Федькушова С.И. Экология Арктики и здоровье человека (на примере Архангельской области // Инноватика. Электронный научный журнал. 2014. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya/> (дата обращения: 21.02.2018).
9. Большая техническая библиотека // Ракетно-космическая деятельность и здоровье человека. URL: <http://teplokot.ru/stat/2631/> (дата обращения: 21.02.2018).
10. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. С. 173–174.
11. Схема техногенного радиоактивного загрязнения Российской Арктики / А.Г. Григорьева [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4. С. 26–32.
12. Веселов И.А., Чуприян А.П. О мерах МЧС России по обеспечению реализации экономических и инфраструктурных проектов в Арктике и созданию системы специализированных аварийно-спасательных центров Арктики // Экология и экономика. 2011. № 1. С. 48–51.
13. Соколов Ю.И. Арктика к проблеме накопленного экологического ущерба // Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (10). С. 18–26.
14. Григорьев М. Мониторинг хозяйственной деятельности в Арктике и прогноз экологических рисков // Инженерная защита. 2015. № 4 (09). С. 14–21.

15. Шамалов Ю.В., Целикало М.Л. О снижении воздействия на окружающую среду при эксплуатации плавучих буровых установок // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. 2017. № 3. С. 2–7.

16. Опорные зоны развития составят основу госпрограммы по Арктике. URL: <http://tass.ru/ekonomika/4543491/> (дата обращения: 28.02.2018).

References

1. Ehkologicheskie problemy Arktiki. URL: [https://file:///C:/Users/807468/Desktop/Ehkologicheskie problemy Arktiki. html/](https://file:///C:/Users/807468/Desktop/Ehkologicheskie%20problemy%20Arktiki.html/) (data obrashcheniya: 02.02.2018).

2. O Strategii nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 12 maya 2009 g. № 537. URL: [http://docs.cntd.ru/ document/](http://docs.cntd.ru/document/) (data obrashcheniya: 18.02.2018).

3. SeverPost.RU Informacionnoe agentstvo. URL: <http://severpost.ru/> (data obrashcheniya: 18.02.2018).

4. Arkticheskaya ehnciklopediya: v 2-h t., dop. i pererab. izd. «Severnoj ehnciklopedii». M.: Izd-vo «Paulsen», 2017. T. 2. 664 s.

5. EHkologicheskij vestnik Rossii. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/169572-V-Moskve-sostoyalas-III-Arktika-2018/> (data obrashcheniya: 02.02.2018).

6. Akimov V.A., Kozlov K.A., Kosorukov O.A. Sovremennye problemy AZRF. M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2014. S. 175–176.

7. Sovremennaya sejsmichnost' na territorii Murmanskoy oblasti i ee proyavlenie v gornopromyshlennyh zonah / Yu.A. Vinogradov [i dr.] // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh. 2016. № 7. S. 62–70.

8. Zelenina L.I., Fed'kushova S.I. EHkologiya Arktiki i zdorov'e cheloveka (na primere Arhangel'skoj oblasti // Innovatika. EHlektronnyj nauchnyj zhurnal. 2014. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya/> (data obrashcheniya: 21.02.2018).

9. Bol'shaya tekhnicheskaya biblioteka // Raketno-kosmicheskaya deyatel'nost' i zdorov'e cheloveka. URL: <http://teplokot.ru/stat/2631/> (data obrashcheniya: 21.02.2018).

10. Molchanov V.P., Akimov V.A., Sokolov Yu.I. Riski chrezvychajnyh situacij v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federacii. M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2011. S. 173–174.

11. Skhema tekhnogenogo radioaktivnogo zagryazneniya Rossijskoj Arktiki / A.G. Grigor'va [i dr.] // Problemy Arktiki i Antarktiki. 2017. № 4. S. 26–32.

12. Veselov I.A., Chupriyan A.P. O merah MCHS Rossii po obespecheniyu realizacii ehkonomicheskikh i infrastrukturnyh proektov v Arktike i sozdaniyu sistemy specializirovannyh avarijno-spasatel'nyh centrov Arktika // EHkologiya i ehkonomika. 2011. № 1. S. 48–51.

13. Sokolov Yu.I. Arktika k probleme nakoplennoy ehkologicheskoy ushcherby // Arktika: ehkologiya i ehkonomika. 2017. № 2 (10). S. 18–26.

14. Grigor'ev M. Monitoring hozyajstvennoj deyatel'nosti v Arktike i prognoz ehkologicheskikh riskov // Inzhenernaya zashchita. 2015. № 4 (09). S. 14–21.

15. Shamalov Yu.V., Celikalo M.L. O snizhenii vozdejstviya na okruzhayushchuyu sredu pri ehkspluatatsii plavuchih burovyyh ustanovok // Vestnik associacii burovyyh podryadchikov. 2017. № 3. S. 2–7.

16. Opornye zony razvitiya sostavyat osnovu gosprogrammy po Arktike. URL: <http://tass.ru/ekonomika/4543491/> (data obrashcheniya: 28.02.2018).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.А. Иванченко, доктор технических наук, профессор.
Государственный университет морского и речного флота
им. адмирала С.О. Макарова

Выполнен анализ перспективных направлений прогнозирования и мониторинга безопасности водного транспорта в эксплуатации. Приведен расчетный алгоритм разработанных «Временных методических указаний по расчёту выбросов от флота в городах и местах скопления флота».

Ключевые слова: безопасность, водный транспорт, мониторинг и прогнозирование выбросов

FORECASTING AND MONITORING OF WATER TRANSPORT OPERATIONAL SAFETY

A.A. Ivanchenko. Admiral Makarov State university of maritime and inland shipping

The analysis of perspective forecasting and monitoring approaches of water transport safety in operation is executed. There is described the algorithm of the developed «Temporary methodical instructions for the calculation of emissions from fleet in the cities and the places of accumulation of fleet».

Keywords: safety, water transport, monitoring and forecasting of emissions

Проблема снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду, жизнь и здоровье населения является предметом длительного исследования и постоянного внимания правительственных органов всех стран мира. При этом в рассмотрение принимаются как технические, так и административно-организационные мероприятия, направленные на мониторинг загрязнения атмосферы, контроль соблюдения технических нормативов вредных выбросов, регулирование движения автотранспортных средств [1, 2].

Решение каждой из указанных проблем является самостоятельной, сложной и весьма актуальной научно-технической проблемой. Однако хотя в мире известны вполне конкретные методы решения каждой из указанных проблем, перспективы технических мероприятий предопределены тем, что резервы дальнейшего совершенствования двигателя по экологическим показателям приводят к ухудшению его других показателей. В результате наиболее широко применяются административно-организационные меры борьбы с загрязнением атмосферы, прилегающей к промышленным объектам и автотранспортным магистралям.

Применительно к водному транспорту описанный подход возможен в результате представления акватории водного бассейна в виде комплекса R-локальных производственных участков реки, включающих в себя со своими г-номерах фарватеры со сложившимися судопотоками, рейды прибытия (отправления), акватории, прилегающие к жилым, производственным и другим объектам, отличающиеся требованиями к качеству окружающей атмосферы и выделения их как самостоятельных блоков модели со своими целями, практическая реализация которых приводит к конечной цели прогнозирования и мониторинга [3, 4].

Для комплексного использования всей доступной информации об объектах на всех уровнях функционирования транспортно-экологической системы по способу описания ее параметров она предлагается как имитационная.

К достоинствам такой методики построения модели развития экосистем относится именно иерархический или модульный принцип ее построения, позволяющий решать задачи на целом ряде уровней иерархии; имитировать процесс выделения загрязняющих веществ судами в рассматриваемом и сопряженных бассейнах, потоки судов, входящих в каждый из портов бассейна; оптимизировать расстановку судов, находящихся как в акватории рассматриваемого порта, так и вне его, имитировать различные варианты комплектации судовой энергетической установки (СЭУ) оборудованием (в том числе природоохранным), методы снижения выбросов вредных веществ (ВВ) от источников, а главное, она позволяет отследить всю ту траекторию, которую в рассматриваемом производственном процессе система пройдет до достижения результата.

Поскольку основная цель системы прогнозирования, мониторинга и снижения вредных выбросов ранее определена как уменьшение ущерба, наносимого окружающей среде при удовлетворении потребностей общества в транспортных перевозках, в качестве основного критерия бассейновой модели принят допустимый выброс ВВ в атмосферу энергетическим оборудованием судов – A_0 , который определяется минимальными значениями суммарных издержек – предотвращения загрязнения и издержек компенсации загрязнения и, таким образом, учитывает соотношение «польза-вред» при принятии решения на планируемый период лет:

$$\sum_t \sum_r [S_r(U_1^r, \dots, U_q^r) + V_r(U_1^r, \dots, U_q^r)] \alpha_1 \rightarrow \min,$$

$$\sum_r K_r(U_1^r, \dots, U_q^r) \leq K, \quad r \in R,$$

$$U_i^{1r} \leq U_i^r \leq U_i^{\psi r}, \quad r \in R,$$

$$U_i^r \geq 0, \quad r \in R,$$

$$G_{bbi}^0 - \sum_r E_{ixc}^P \tau_{xc}^P Z_{xc}^P \leq G_{bbi}^{max},$$

$$E_i(U_i) \tau \in G_i^{max}, \quad i \in I,$$

где r – индекс локальных производственных участников (рейдов, грузовых причалов, судопотоков и т.д.) в акватории бассейна; R – их число; K – суммарный лимит капитальных вложений по бассейну; G_{bbi}^0 – навигационный выброс i -го ВВ в бассейне до внедрения природоохранных технологий на судах хс-класса; $S_r(U_1^r, \dots, U_q^r)$ – суммарные производственные затраты на перевозку грузов в бассейне, руб.; $V_r(U_1^r, \dots, U_q^r)$ – суммарный экологический ущерб в результате транспортной работы, руб.; $K_r(U_1^r, \dots, U_q^r)$ – лимит капитальных вложений в руб.; t – год внедрения; τ – продолжительность использования природоохранных технологий; α_t – коэффициент приведения к расчетному году; G_{bbi}^{max} – значение навигационного выброса i -го ВВ в бассейне, которое не должно превышать допустимые значения после внедрения указанных мер, т; E_{ixc}^P – расчетное снижение выброса i -го ВВ судами хс-класса, где внедряется P – природоохранный комплекс, г/с.

При этом на локальном производственном уровне в подсистеме «организация снижения» цель исследования достигается более подробным учетом социально-экономических последствий загрязнения воздушного бассейна, прилегающего к рейдам

прибытия (отправления) и судоходным фарватерам, а решаемые задачи складываются из двух частей – метеорологической и экономической.

Метеорологическая часть рассматривается в процессе экологической экспертизы исследуемых производственных акваторий.

Расчеты по ней, включающие расчет выбросов по параметрам технологий, расчет осредненных значений выбросов и полей осредненных концентраций по данным о выбросах и метеорологических характеристиках местности, построение изолиний полей осредненных концентраций, определение концентраций ВВ на границе санитарно-защитной зоны служат исходной информацией при формировании параметров экономико-математических локальных задач.

В ходе решения вышеизложенных указанных задач были разработаны и согласованы в установленном порядке «Временные методические указания по расчёту выбросов от флота в городах и местах скопления флота».

В основу методики расчёта выбросов от судов положено обращение к транспортному процессу как самостоятельному объекту управления и соответственно существующие в отрасли формы учёта работы флота. В результате такого подхода расчёт выбросов ВВ за календарный период предложено производить для каждой транспортной операции, выполняемой судами различных проектов, с последующим их суммированием по каждому ВВ по формуле:

$$G_{bbi}^{\Sigma} = \sum_c^{\theta} \sum_j^m \sum_x^y \sum_k^z E_{ixyk} \tau_{xyk} 10^{-6} \text{ т/отч. период,}$$

где i – индекс обозначения отдельного компонента отработавших газов; k – индекс транспортной операции, выполняемой судном (стоянка на рейде, стоянка в ожидании погрузки и под погрузкой и т.д.); z – их количество; j – индекс группы флота; m – количество групп флота; x – индекс проектов судов в группе; y – их количество; c – индекс судов одного проекта и θ – их общее количество; τ_{xyk} – продолжительность выделения ВВ судами x -проекта y -группы флота при выполнении k транспортной операции, с/год; E_{ixyk} – среднеоперационная за учётный период времени скорость выделения i -го ВВ каждым судном x -проекта y -группы при выполнении k транспортной операции, г/с.

Для каждой транспортной операции E_{ixyk} , г/с определялась как произведение скорости выделения ВВ за принятый цикл на отношение нормы расхода топлива на операцию к расчётному цикловому расходу топлива по формуле:

$$E_{ixyk}^0 = E_{ixyk} \frac{G_{fnxyk}}{G_{fexyk}} k_e,$$

где $E_{ixyk} = 2.778 \cdot 10^{-4} \sum_n^{N_0} e_{in}^l G_{fen}$ – скорость выделения i -го ВВ за принятый цикл загрузки энергетического оборудования судна x -проекта y -группы с N -элементами СЭУ при выполнении k транспортной операции; e_{in}^l – среднеэксплуатационное значение выброса i -го загрязняющего вещества на 1 кг топлива для каждого n -элемента СЭУ, определяемый как средневзвешенный за типовой эксплуатационный цикл в соответствии с техническим кодексом; G_{fnxyk} – количество топлива, нормируемое СЭУ судна x -проекта y -группы на каждую транспортную операцию, кг/час; G_{fexyk} – среднечасовой расход топлива СЭУ судна за эксплуатационный цикл, кг/час; $k_e = \sum_n^{N_0} K_{Tcn} \delta_n$ – корректирующий коэффициент, учитывающий техническое состояние; K_{Tcn} – корректирующий коэффициент технического состояния каждого источника выброса ВВ (главных и вспомогательных двигателей, котла); δ_n – доля расхода топлива каждым источником.

Расчетным исследованиям должно предшествовать изучение метеорологической, градостроительной и судоходной обстановки в акватории, выбор акваторий, наиболее сильно подвергающихся загрязнению выбросами ВВ, выделяющихся с отработавшими газами энергетического оборудования судов, анализ заполняемости рассматриваемых акваторий

судами, застройки и озеленения прибрежной полосы, а также накопление статистического материала по составу отработавших газов наиболее широко используемых в отрасли дизелей и котлов при их работе на судах при рассматриваемых транспортных операциях.

Таким образом, в результате расчета предельно допустимых выбросов в акваториях рейдов прибытия (отправления), грузовых причалов и судоходных фарватеров для реальных эксплуатационных ситуаций в бассейне представляется возможным прогнозировать и осуществлять мониторинг реального загрязнения атмосферы в бассейне, а также разрабатывать рекомендации для диспетчерских служб по расстановке и регулированию движения судов в акваториях населенных пунктов и мегаполисов с учетом реальной метеорологической ситуации и их загрязнения промышленными объектами и другими видами транспорта.

Литература

1. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Информационные технологии и системы в сфере комплексной безопасности городского транспорта // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. 2017. № 1–2 (103–104). С. 155–162.

2. Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Онищенко И.А. Прогнозирование и сервисная диагностика безопасности автотранспорта при неблагоприятных дорожных и метеорологических условиях // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2018. № 1 (43). С. 6–11.

3. Иванченко А.А., Иванченко А.А. Охрана воздушного бассейна при проектировании и эксплуатации судовых энергетических установок. СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2015. 323 с.

4. Иванченко А.А., Щенников И.А., Иванченко А.А. Проблемы и опыт математического моделирования экологических и эксплуатационных показателей судового высокооборотного дизеля М482 // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2016. № 3 (37). С. 166–173.

References

1. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V. Informacionnyye tekhnologii i sistemy v sfere kompleksnoj bezopasnosti gorodского transporta // Voprosy oboronnoj tekhniki. Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu. 2017. № 1–2 (103–104). S. 155–162.

2. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V., Onishchenko I.A. Prognozirovanie i servisnaya diagnostika bezopasnosti avtotransporta pri neblagopriyatnyh dorozhnyh i meteorologicheskikh usloviyah // Tekhniko-tekhnologicheskie problem servisa. 2018. № 1 (43). S. 6–11.

3. Ivanchenko A.A., Ivanchenko A.A. Ohrana vozdušnogo bassejna pri proektirovanii i ehkspluatatsii sudovyh ehnergeticheskikh ustanovok. SPb.: Izd-vo GUMRF im. admirala S.O. Makarova, 2015. 323 s.

4. Ivanchenko A.A., Shennikov I.A., Ivanchenko A.A. Problemy I opyt matematicheskogo modelirovaniya ehkologicheskikh I ehkspluatatsionnyh pokazatelej sudovogo vysokooborotnogo dizelya M482 // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo I rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. 2016. № 3 (37). S. 166–173.

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЛУЧИСТОГО, КОНВЕКТИВНОГО И КОНДУКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА

**Н.Н. Романов, кандидат технических наук, доцент;
А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент;
А.С. Некрасов.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приведено описание основных механизмов распространения пожара с точки зрения законов теплофизики. Проанализированы основные принципы исследования явлений излучения, конвекции и теплопроводности. Описаны установки для исследования основных закономерностей теплообмена.

Ключевые слова: теплообмен, конвекция, теплопроводность, излучение, эксперимент

EXPERIMENTAL RESEARCH OF RADIATION, CONVECTION AND CONDUCTION HEAT TRANSFER PROCESSES

N.N. Romanov; A.A. Kuzmin; A.S. Nekrasov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The description of main fire spread mechanisms is given according to the thermophysics laws. The basic investigation principles of radiation, convection and conduction phenomena are analyzed. The experimental equipment for researching basic laws of heat transfer is described.

Keywords: heat transfer, convection, thermal conductivity, radiation, experiment

Несмотря на высокие темпы развития техники и технологии в области пожарной безопасности, статистика числа жертв пожара [1] наглядно демонстрирует, что потенциал роста в области повышения пожарной безопасности населения еще огромен. Динамика, несомненно, положительная, но фактическое положение Российской Федерации по количеству жертв все еще далеко от желаемого. На сохранение жизней и имущества, на улучшение позиций в рейтинге направлены силы и средства в различных направлениях. Улучшается материально-техническое оснащение пожарных частей, повышается квалификация надзорных органов, разрабатываются и внедряются новые системы предупреждения пожаров и пожаротушения. Одной из областей развития этой области является изучение процессов, связанных с распространением пожаров. С точки зрения теплофизики распространение пожара происходит тремя механизмами: излучением, конвекцией и кондукцией.

Излучением может переноситься до 90 % всей энергии пожара [2]. Величины тепловых потоков, которые исходят от открытого пламени, достигают десятков и сотен киловатт на квадратный метр [3]. Хотя законы переноса теплоты излучением давно и хорошо

изучены, эта область знаний постоянно пополняется новыми результатами экспериментов, расчетов и моделирования. Разработка новых материалов, в том числе и применяемых для огнезащиты, пожаротушения, строительства и машиностроения, регулярно требует исследований на предмет их свойств, влияющих, в том числе, на излучательную способность. Определение коэффициента черноты является главной трудностью при применении законов излучения. Этот параметр плохо поддается расчету, особенно его зависимость от температуры. Единственно возможным способом достоверно определить характеристики материала или покрытия, определяющие его способность излучать, является эксперимент. Экспериментальные способы определения коэффициента черноты в большинстве случаев можно разделить на три типа: калориметрический, нестационарный и радиационный [4]. Калориметрический метод основан на измерении количества теплоты, переданной от нагретого тела теплоприемнику и температуры каждого из тел, участвующих в теплообмене. К недостаткам калориметрического метода можно отнести высокие требования к теплоизоляции тел, учету стоков теплоты через нее и датчики температуры [5]. Нестационарный метод основан на наблюдении процесса охлаждения нагретого тела в вакууме. Недостатком подобного рода методов являются высокие требования к вакуумной камере, в которой проводится эксперимент.

Радиационный метод основан на наблюдении различий в лучистых потоках исследуемого тела и эталонного.

Для исследований в области лучистого теплообмена была разработана и собрана установка. Лабораторная установка предназначена для исследования процесса теплообмена излучением, в частности – определения коэффициента черноты. Принцип работы установки основан на наблюдении разной рассеиваемой энергии телами с различными коэффициентами черноты, но с одинаковой температурой. Имеются четыре образца одинаковой геометрической формы. Эталонный образец окрашен в черный цвет и имеет известный коэффициент черноты. Остальные три образца имеют различные поверхности (например, полированная, шлифованная, окрашенная в белый цвет) и, соответственно, неизвестный коэффициент черноты. В эксперименте необходимо с помощью регулирования напряжения на нагревателях внутри образцов добиться одинаковой стационарной температуры эталонного и исследуемого образцов. Далее, зная коэффициент черноты эталонного образца, становится возможным посчитать коэффициент черноты исследуемого образца. Возможность регулирования напряжения позволяет проводить исследования при различных температурах.

Лабораторная установка «Определение коэффициента черноты методом сравнения» представлена на рис. 1. Эталонный образец установлен слева на щите с помощью креплений через теплоизолирующие прокладки. Под эталонным образцом расположены ручка регулировки напряжения нагревателя образца, индикатор цифрового вольтметра и амперметра. Над образцом установлены индикаторы цифровых термометров. Справа установлены исследуемые образцы, закрепленные аналогично эталонному. Под исследуемыми образцами установлены ручка регулировки напряжения нагревателя образца, индикатор цифрового вольтметра и амперметра, над образцами – индикаторы цифрового термометра. Переключение нагревателей исследуемых образцов производится с помощью кнопок.

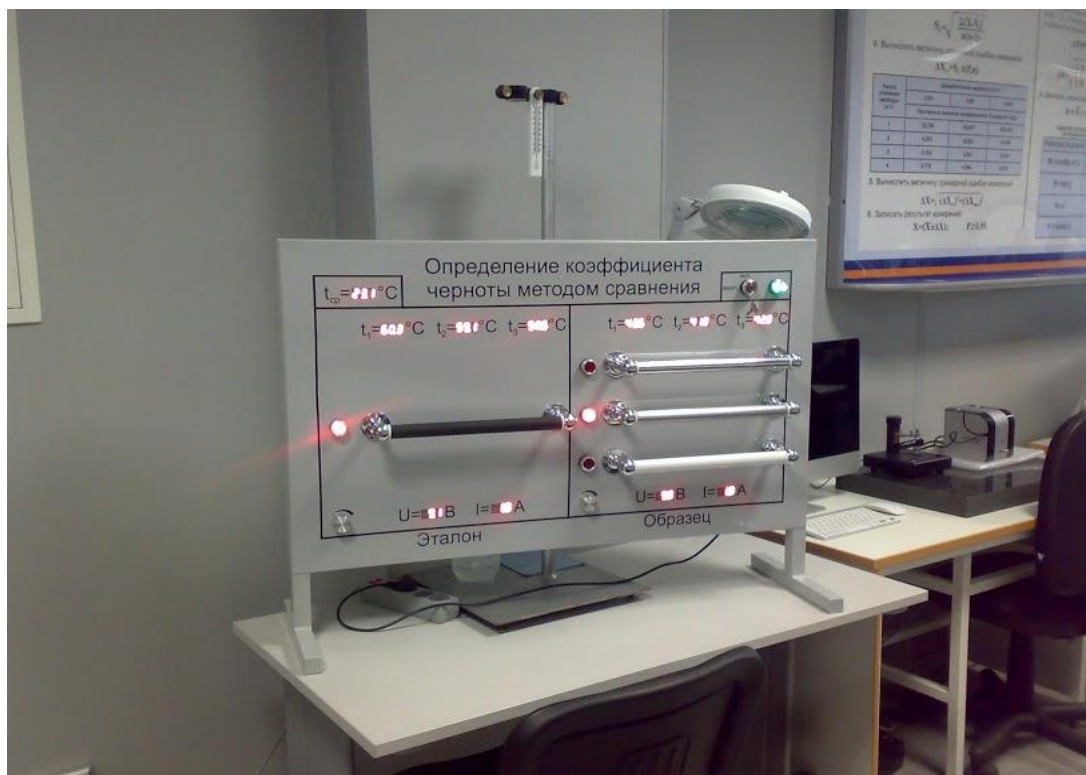


Рис. 1. Лабораторная установка «Определение коэффициента черноты методом сравнения»

Стоки теплоты через стойки, искажения температурного поля датчиками температуры на исследуемом теле не учитываются из-за взаимной компенсации их на эталонном теле. Исследуемое тело и эталон разогреваются до одинаковой температуры, датчики температуры расположены одинаково, крепление тел также одинаково, отличие в теплообмене с окружающей средой обусловлено исключительно различием в коэффициенте излучения.

Используемый метод определения степени черноты предполагает сравнение тепловых потоков от исследуемого тела, параметры которого будут обозначаться индексом «и»; и эталонного тела, параметры которого будут иметь индекс «э». Тогда для обоих тел должно выполняться условие:

$$Q_{и} = Q_{ли} + Q_{ки}; \quad Q_{э} = Q_{лэ} + Q_{кэ}.$$

Выбранные для опыта тела удовлетворяют условиям: $F_{и} = F_{э} = F$ – поверхности теплообмена должны быть одинаковы; $T_{и} = T_{э} = T_w$ – температура поверхностей должна быть одинаковой и в течении опыта не изменяться.

При выполнении этих условий можно ожидать, что условия конвективного теплообмена на поверхностях этих тел также будут одинаковы, следовательно:

$$Q_{ки} = Q_{кэ}.$$

По условиям опыта излучение исследуемого и эталонного тел производится в пространство, ограниченное стенами помещения, то есть на поверхности стен, потолка, пола, причем площадь теплоизлучающей поверхности значительно меньше площади тепловосприятия.

В этом случае можно предположить, что вся излученная тепловая энергия будет поглощена ограждающими поверхностями, тогда уравнение для исследуемого и эталонного тел можно представить как:

$$Q_{лэ} = C_0 \varepsilon_э \varepsilon F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right];$$

$$Q_{ли} = C_0 \varepsilon_и \varepsilon F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right],$$

где ε – степень черноты стен помещения; $\varepsilon_э=0,9$ (степень черноты поверхности эталонного тела); $\varepsilon_и$ – измеряемая степень черноты; T – средняя абсолютная температура стен помещения.

Поскольку температуры на поверхностях исследуемых тел одинаковы, то каждое тело в окружающую среду отдает одинаковое количество тепла в конвективном теплообмене, однако суммарные тепловые потоки от тел за счет разности в условиях излучения будут различны: $Q_э$ не равно $Q_и$, то есть:

$$Q_э - Q_и = Q_{лэ} - Q_{ли}$$

где $Q_э=I_эU_э$ и $Q_и=I_иU_и$.

Таким образом, определить степень черноты исследуемого тела можно по зависимости:

$$\varepsilon_и = \varepsilon_э - \frac{Q_э - Q_и}{\varepsilon C_0 F \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right]}.$$

Использование установки позволяет не только проверить и уточнить известные экспериментальные данные, но и исследовать новые материалы.

Интенсивное развитие и распространение любого пожара практически невозможно без конвекции. Перемещение нагретого газа конвекцией стимулирует газообмен и приток свежего воздуха к источнику пожара. Дым как продукт горения является самым опасным поражающим фактором на пожаре. По статистике именно от воздействия продуктов горения погибает самое большое число людей [6]. Процесс задымления помещений подчиняется законам конвекции, поэтому изучение законов конвективного теплообмена при пожаре имеет важнейшее значение [7].

Для изучения основных законов конвективного теплообмена разработана и собрана лабораторная установка. Установка предназначена для исследования процесса теплообмена при естественной конвекции, в частности – определения коэффициента теплопередачи при естественной конвекции, его зависимости от температурного напора и получения критериального уравнения. Принцип работы установки основан на наблюдении рассеиваемой энергии телом известной формы. Имеются три цилиндрических образца: два горизонтальных диаметром d_1 и d_2 , один вертикальный диаметром d_2 . Внутри тел расположены электрические нагреватели, обеспечивающие равномерное выделение теплоты по длине образца, мощность которых регулируется. Степень нагрева определяется по встроенным датчикам температуры (3 шт. для тела № 1 и № 2, 5 шт. для тела № 3), мощность определяется на основании измерений силы тока и напряжения на нагревателе.

Лабораторная установка «Исследование теплообмена при естественной конвекции» представлена на рис. 2. На металлическом щите установлены образцы с помощью креплений через теплоизолирующие втулки. Рядом с вольтметром и амперметром расположена ручка регулировки напряжения нагревателя образца. Индикаторы цифровых термометров расположены над образцом № 3. Возле каждого образца установлена кнопка включения нагревателя с индикаторной лампой.



Рис. 2. Лабораторная установка «Исследование теплообмена при естественной конвекции»

Для определения коэффициента конвективного теплообмена при установившемся тепловом состоянии необходимо определить среднюю температуру на поверхности трубы по эмпирической формуле:

$$t_w = \frac{t_{w1} + t_{w2} + t_{w3} + t_{w4} + t_{w5}}{5}.$$

Далее определить абсолютные значения температуры воздуха и температуры на поверхности трубы:

$$T_f = t_f + 273,$$

$$T_w = t_w + 273.$$

Лучистая составляющая теплового потока определяется по уравнению:

$$Q_{\text{л}} = C_0 \varepsilon_{\text{т}} \varepsilon_{\text{с}} \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_f}{100} \right)^4 \right] F,$$

где $\varepsilon_{\text{с}}=0,8$; $\varepsilon_{\text{т}}$ и F – степень черноты и площадь теплоизлучающей поверхности соответствующего образца.

Тепловой поток, создаваемый электронагревателем и проходящий через стенку трубы в окружающую среду, определяется по мощности нагревателя:

$$Q = IU.$$

Для предотвращения утечек теплоты в окружающую среду в торцы трубок установлены теплоизолирующие заглушки. Величина конвективной составляющей теплового потока определяется по уравнению:

$$Q_k = Q - Q_{\text{л}}.$$

Величину среднего значения коэффициента конвективного теплообмена α_k при различных напряжениях на нагревателе, используя уравнение:

$$\alpha_k = \frac{Q_k}{F(t_w - t_f)}.$$

Таким образом, установка позволяет изучить процесс теплообмена при естественной конвекции, определить зависимость характеристик этого процесса от температурного напора и формы тела.

Современное многоэтажное строительство не обходится без систем активного дымоудаления. Организация таких систем обязательна для многоэтажных домов, лечебных учреждений, торговых и развлекательных центров и других мест массового скопления людей [8]. Правильно спроектированная система активного дымоудаления может спасти множество жизней. С другой стороны, построенная или спроектированная с ошибками система может не только не уменьшить число жертв, но и увеличить их повышением площади задымления и возгорания.

Для изучения законов вынужденной конвекции, отработки экспериментальных и теоретических методов нахождения величины коэффициента конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости была спроектирована и собрана установка.

Лабораторная установка, предназначенная для исследования процесса теплообмена при вынужденной конвекции, в частности – определения коэффициента теплопередачи при вынужденной конвекции, его зависимости от температурного напора и получения критериального уравнения, представлена на рис. 3.



Рис. 3. Лабораторная установка «Исследование теплообмена при вынужденной конвекции»

Принцип работы установки основан на наблюдении рассеиваемой энергии телом известной формы при обтекании его воздушным потоком. Имеется цилиндрический образец внутри воздушного канала. В эксперименте с помощью регулирования напряжения на нагревателе образца, скорости и температуры воздушного потока после наступления стационарного температурного режима фиксируются показания термометров. Далее, ступенчато повышая напряжение на нагревателе внутри образца, фиксируются стационарные значения температур на стенке тела на каждом шаге. После получения показаний данные обрабатываются и определяются требуемые величины. Возможность регулирования напряжения, скорости и температуры потока дает возможность проводить эксперимент при разных температурах и скоростях потока.

В экспериментальной установке используется алюминиевая трубка, установленная горизонтально по оси прозрачного воздушного канала. В исследуемый образец вмонтирован электрический нагреватель, обеспечивающий равномерное выделение теплоты по длине трубки. Нагреватель работает от постоянного тока с возможностью регулировки мощности. Тепловой поток, создаваемый электронагревателем и проходящий через стенку трубы в окружающий воздух, определяется по мощности нагревателя. Для предотвращения утечек теплоты в окружающую среду в торцы трубки установлены теплоизолирующие заглушки. При проведении эксперимента добиваются стационарного температурного режима и фиксируются показания термодатчиков. Помимо мощности нагревателя установка позволяет регулировать скорость и температуру воздуха в канале.

Для определения искомой величины необходимо определить среднюю температуру на поверхности нагреваемой трубы по эмпирической формуле:

$$t_w = \frac{t_{w_1} + 3t_{w_2} + t_{w_3}}{5}.$$

Определить абсолютные значения температур наружной поверхности нагреваемой трубы и поверхности воздуховода:

$$\begin{aligned} T_w &= t_w + 273, \\ T_f &= t_f + 273. \end{aligned}$$

Лучистая составляющая теплового потока определяется по уравнению:

$$Q_{\text{л}} = C_0 \varepsilon_{\text{т}} \varepsilon_{\text{в}} \left[\left(\frac{T_w}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_f}{100} \right)^4 \right] F,$$

где $\varepsilon_{\text{т}}=0,7$; $\varepsilon_{\text{в}}=0,8$ и F – площадь теплоизлучающей поверхности образца.

Величину теплового потока через боковую поверхность нагреваемой трубы определяют по зависимости:

$$Q = IU.$$

Конвективная составляющая теплового потока:

$$Q_{\text{к}} = Q - Q_{\text{л}}.$$

Экспериментальное значение коэффициента конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости:

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{к}}}{F(t_w - t_f)}.$$

Таким образом, установка позволяет изучить процесс теплообмена при вынужденной конвекции, определить зависимость характеристик этого процесса от температурного напора, скорости и температуры потока.

Предел огнестойкости ограждающих конструкций, длительность работы пожарного в боевой амуниции напрямую зависят от теплофизических свойств материалов, которые сопротивляются распространению огня. Теплопроводность как характеристика материала, из которого сделаны стены здания и, например, противопожарные двери в помещениях, имеет важнейшее значение в задаче снижения скорости распространения пожара между помещениями. Низкая теплопроводность боевой одежды пожарного может обеспечить дополнительные, иногда решающие, минуты работы при высоких температурах [9].

Разработанная лабораторная установка для исследования теплофизических свойств материалов, в частности – определения коэффициента теплопроводности, теплоемкости и получения критериального уравнения, представлена на рис.4.

Принцип работы установки основан на наблюдении изменения температуры на цилиндрической стенке. Имеются три цилиндрических образца одинаковых диаметров, расположенных вертикально. В опыте предлагается после выбора рабочего образца с помощью регулирования напряжения на нагревателе, расположенного внутри, добиться стационарного температурного режима и зафиксировать показания термометров и секундомера в таблице. Далее, ступенчато повышая напряжение на нагревателе внутри образца, фиксировать стационарные значения температур на стенке тела на каждом шаге. После получения показаний следует обработать данные и определить требуемые величины. Возможность регулирования напряжения и наличие трех исследуемых образцов дает максимальную вариативность проводимой работы.



Рис. 4. Лабораторная установка «Определение теплофизических свойств материалов»

Образцы установлены на щите с помощью креплений через теплоизолирующие втулки. Слева от образцов расположены ручка регулировки напряжения нагревателя образца, индикатор цифрового вольтметра и амперметра, трех термометров. Возле каждого образца установлена кнопка включения нагревателя.

В экспериментальной установке используются три вертикальных цилиндрических образца из различных строительных материалов в тонких металлических кожухах. В исследуемые образцы вмонтированы электрические нагреватели, обеспечивающие равномерное выделение теплоты по длине образцов. Нагреватели питаются от постоянного тока, их мощность регулируется. Тепловой поток, создаваемый электронагревателем и проходящий через стенку трубы в окружающий воздух, определяется по мощности нагревателя. Для предотвращения утечек теплоты в окружающую среду в торцы трубок установлены теплоизолирующие заглушки. При проведении эксперимента добиваются стационарного температурного режима и фиксируются показания термодатчиков, установленных вблизи оси, с краю и посередине радиуса образца. Установка также позволяет исследовать нестационарные процессы, опираясь на показания встроенного секундомера.

При проведении эксперимента необходимо определить величину теплового потока через боковую поверхность исследуемого образца по зависимости:

$$Q=IU.$$

Определить средние величины коэффициента теплопроводности материала образца для первого и второго режимов, используя уравнение:

$$\lambda = \frac{Q \ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right)}{2\pi l(t_2 - t_1)}.$$

И, зная среднюю температуру прогрева образца:

$$t_m = \frac{t_1 + t_2}{2},$$

вычислить величину температурного коэффициента теплопроводности по уравнению:

$$\beta = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{t_{m_2} - t_{m_1}}.$$

Таким образом, установка позволяет изучить процесс передачи теплоты теплопроводностью, определить зависимость характеристик этого процесса от температурного напора, вида строительного материала.

В заключение следует отметить, что результаты проведенной научно-исследовательской работы становятся основой для проведения новых научно-исследовательских работ, в том числе, по совершенствованию методики преподавания общетехнических дисциплин как в вузах МЧС России, так и в технических вузах, включая военные технические вузы.

Литература

1. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics // International Association of Fire and Rescue Services. 2016.
2. Сухинин А.И., Конев Э.В. Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1972.
3. Копылов Н.П., Хасанов И.Р. Эффективность применения теплозащитных экранов для защиты от тепловых потоков при пожарах // Безопасность труда в промышленности. 2016. № 11.

4. Измерение коэффициента излучения поверхности конструкционных и теплоизоляционных материалов / В.А. Архипов [и др.] // Ползуновский вестник. 2010. № 4-1.
5. Экспериментальное определение интегральной степени черноты сверхтонких жидких композиционных теплоизолирующих покрытий / М.В. Анисимов [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 5.
6. Бабаханян Р.В., Петров Л.В. Причины смерти пострадавших в условиях пожара // Проблемы практики судебной медицины. 2000.
7. Василевич А.Б., Балобан А.П. Влияние работы системы противодымной защиты на процесс развития пожара // Криміналістичний вісник. 2015. № 1 (23).
8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (ГОССТРОЙ России), 2004.
9. Результаты исследований и перспективы развития материалов для специальной защитной одежды пожарных / В.И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. 2012. № 3.

References

1. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics // International Association of Fire and Rescue Services. 2016.
2. Suhinin A.I., Konev E.V. Voprosy lesnoj pirologii. Krasnoyarsk, 1972.
3. Kopylov N.P., Hasanov I.R. Ehffektivnost' primeneniya teplozashchitnyh ehkranov dlya zashchity ot teplovyh potokov pri pozharah // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2016. № 11.
4. Izmerenie koehfficienta izlucheniya poverhnosti konstrukcionnyh i teploizolyacionnyh materialov / V.A. Arhipov [i dr.] // Polzunovskij vestnik. 2010. № 4-1.
5. Ehksperimental'noe opredelenie integral'noj stepeni chernoty sverhtonkih zhidkih kompozicionnyh teploizoliruyushchih pokrytij / M.V. Anisimov [i dr.] // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2016. T. 327. № 5.
6. Babahanyan R.V., Petrov L.V. Prichiny smerti postradavshih v usloviyah pozhara // Problemy praktiki sudebnoj mediciny. 2000.
7. Vasilevich A.B., Baloban A.P. Vliyanie raboty sistemy protivodymnoj zashchity na process razvitiya pozhara // Kriminalistichnij visnik. 2015. № 1 (23).
8. SNiP 41-01-2003. Otoplenie, ventilyaciya i kondicionirovanie vozduha. M.: Gosudarstvennyj komitet Rossijskoj Federacii po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu kompleksu (GOSSTROJ Rossii), 2004.
9. Rezul'taty issledovanij i perspektivy razvitiya materialov dlya special'noj zashchitnoj odezhdy pozharных / V.I. Loginov [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2012. № 3.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

МНОГОМЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

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

Рассмотрена многомерная классификация с использованием нечеткой логики. Классификация выполнялась с использованием системы нечеткого вывода с четкими функциями принадлежности. Рассмотрена классификация 9 и 20 объектов по пяти признакам, в результате которой объекты объединены в два кластера.

Ключевые слова: нечеткая многомерная кластеризация, система нечеткого вывода, компьютерная программа, математическая модель

THE PROBLEM OF USE THE FUZZY LOGIC FOR MULTIDIMENSIONAL CLASSIFICATION

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

This article presents the problem of using the fuzzy logic for multidimensional classification. The classification calculation work with use fuzzy output system with precise membership functions. The mathematical model use the fuzzy control.

Keywords: fuzzy multidimensional classifier, fuzzy output system, computing program, mathematical model

Многомерная классификация объектов производится с помощью формирования различных классов методами кластерного анализа [1]. Кластерный анализ заключается в разбиении заданного множества (выборки) объектов на подмножества (кластеры) таким образом, чтобы каждый кластер содержал схожие объекты, характеризующиеся общим свойством, а объекты различных кластеров существенно различались.

Кластерный анализ выполняется для достижения следующих целей [1]:

- нахождение групп схожих объектов в выборке;
- анализ данных путем выявления кластерной структуры;
- обработка данных в целях принятия решений путем применения к каждому кластеру своего метода анализа данных;
- сжатие данных в целях уменьшения объема выборки;
- выявление нетипичных объектов в выборке.

Процедура кластерного анализа включает в себя следующие этапы [1]:

- отбор объектов классификации;
- определение множества переменных (признаков), по которым будут оцениваться объекты;

- выбор оценки сходства между объектами;
- использование метода кластерного анализа;
- проверка достоверности результатов.

Кластерный анализ может быть выполнен применительно к исходным данным, отвечающим следующим требованиям [1]:

- данные не должны быть коррелированы;
- данные должны быть безразмерными (нормированными) или в одинаковых единицах измерения;
- распределение данных в выборке должно быть близким к нормальному;
- влияние случайных факторов на данные должно быть минимальным;
- выборка данных должна быть однородной.

В кластерном анализе могут быть использованы следующие исходные данные [1]:

- объекты описываются с помощью набора числовых признаков;
- объекты описываются с помощью матрицы расстояний между объектами.

Задача классификации не имеет однозначного решения в силу следующих причин [1]:

- не существует однозначно наилучшего критерия качества кластеризации;
- число кластеров обычно заранее неизвестно и устанавливается в процессе кластеризации в соответствие с некоторым критерием;
- результат кластеризации зависит от меры оценки сходства между объектами, выбор которой определяется экспертом.

Обычно с увеличением числа кластеров значение критерия качества кластеризации уменьшается.

Выбор меры близости является ключевым моментом процесса классификации. В каждом конкретном случае этот выбор должен производиться в зависимости от целей исследования, природы вектора наблюдений X и априорных сведений о характере вероятностного распределения X . Обычное евклидово расстояние определяется по формуле [1]:

$$\rho(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_k^M (x_{ik} - x_{jk})^2},$$

где x_{ik} и x_{jk} – величины k компоненты у i -го (j -го) объекта; $k=1, 2, \dots, M$; $i, j=1, 2, \dots, n$; M – число признаков; n – число объектов.

Использование евклидова расстояния оправдано в следующих случаях [1]:

- наблюдения берутся из генеральной совокупности, имеющей многомерное нормальное распределение, то есть компоненты X взаимно независимы и имеют одну и ту же дисперсию;

- компоненты вектора X однородны и одинаково важны для классификации;
- признаковое пространство совпадает с геометрическим пространством.

С геометрической точки зрения и точки зрения содержательной интерпретации евклидово расстояние может оказаться бессмысленным, если признаки классификации имеют разные единицы измерения. Для приведения признаков к одинаковым единицам используют процедуру нормировки путем деления центрированной величины на среднее квадратическое отклонение и таким образом получают нормированную матрицу с элементами, определяемыми по формуле:

$$X_{ik}^N = (x_{ik} - x_{kcp}) / s_k,$$

где x_{ik} – значение k признака у i -го объекта; x_{kcp} – среднее арифметическое значение k признака; $s_k = \sqrt{[(1/n) \sum (x_{ik} - x_{kcp})^2]}$ – среднее квадратическое отклонение k признака. Однако нормировка может привести к нежелательным последствиям. Если кластеры хорошо разделимы по первому признаку и плохо разделимы по второму, то после нормировки разделимость кластеров по первому признаку может быть ухудшена.

Для оценки качества кластеризации используется понятие функционала $Q(S)$ качества разбиения на классы (кластеры) S [1]. Одним из функционалов качества разбиения является сумма внутриклассовых дисперсий, определяемая по формуле:

$$Q_1(S) = \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \rho^2(X_i, X_{kcp}),$$

где ρ – евклидово расстояние; X_{kcp} – среднее арифметическое значение k признака.

Другим функционалом качества разбиения является сумма попарных внутриклассовых расстояний между объектами классификации, определяемая по формуле [1]:

$$Q_2(S) = \sum_{k=1}^M (1/n) \sum_{i=1}^N \rho^2(X_i, X_j).$$

Особенности классификации на основе нечеткой логики

Каждый из формируемых в процессе классификации классов может быть представлен в виде нечеткого множества. Отнесение объекта классификации к определенному классу может быть определено по значениям функции принадлежности к нечеткому множеству этого класса [2].

Классификация на основе обучающей выборки предполагает указание для каждого объекта степени принадлежности к некоторому классу. В случае классификации без обучающей выборки принадлежность объекта классу и количество классов могут быть не заданы. Для каждого значения вектора входных переменных может быть задано значение вектора выходной переменной [2].

Рассмотрим постановку задачи классификации на основе нечеткой логики [3]. Дана система с N входными параметрами $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, определяющими состояние объекта, и одним выходным параметром Y , содержащим M термов $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ лингвистической переменной. Область значений каждого входного параметра X_i может содержать B_i лингвистических термов. Задача классификации заключается в построении нечеткой функции вида: $Y_j = F_j(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Для вычисления значений функции F_j могут использоваться различные операторы нечеткой логики (операторы «И», «ИЛИ» и др.).

Лингвистические термы входных параметров X и выходного параметра Y представляются в виде нечетких множеств с функциями принадлежности вида [3]:

$$\mu_X(x_i) = \int_{x_i^-}^{x_i^+} \mu_X(x_i)/x_i \quad \text{и} \quad \mu_Y(A_j) = \int_{A_j^-}^{A_j^+} \mu_Y(A_j)/A_j.$$

Классификация с использованием нечеткой логики происходит на основе базы логических правил, содержащей логические правила (условия и заключения) вида:

- если в некотором логическом правиле входная переменная X_i принадлежит одному из интервалов (лингвистических термов A_j) и вес заключения больше некоторого значения, то выходная переменная Y_j относится к классу A_j ;
- если в результате процедуры нечеткой кластеризации объект одновременно относится к нескольким классам, выбирается тот класс (нечеткое множество), значение функции принадлежности которого максимально.

Компьютерная модель нечеткой классификации

Компьютерная модель нечеткой классификации была реализована в виде программы для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 1.

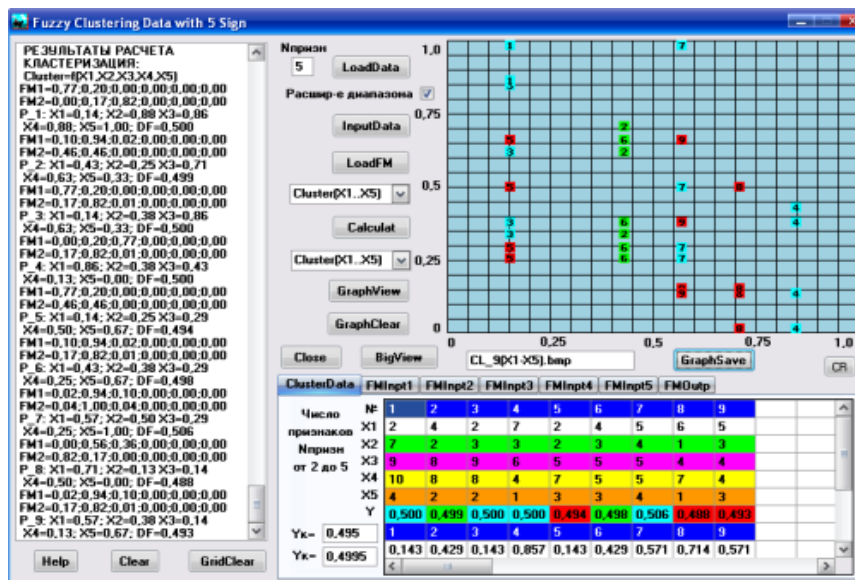


Рис. 1. Интерфейс программы нечеткой классификации

В данной компьютерной модели применяется система нечеткого вывода, использующая нечеткую модель Мамдани-Заде [4]. Фаззификация входных переменных осуществлялась с помощью функций принадлежности $\mu(x)$ типа кривой Гаусса: $\mu(x)=\exp[-(x-c)^2/(2\sigma^2)]$. Фаззификация выходной переменной осуществлялась с помощью функции принадлежности $\mu(x)$ треугольного типа. Для оценки качества кластеризации использовался функционал качества $Q_1(S)$.

Для графического представления многомерных данных был использован следующий подход. Данные были представлены в виде квадратов 10×10 пикселей, причем для каждого признака использовался свой цвет и на каждом квадрате выводился номер объекта. Значения одного («базового») признака откладывались по оси абсцисс, а значения остальных признаков откладывались по оси ординат. Все значения были нормированы применительно к интервалу $[0, 1]$. Пример графического представления многомерных данных представлен на рис. 2.

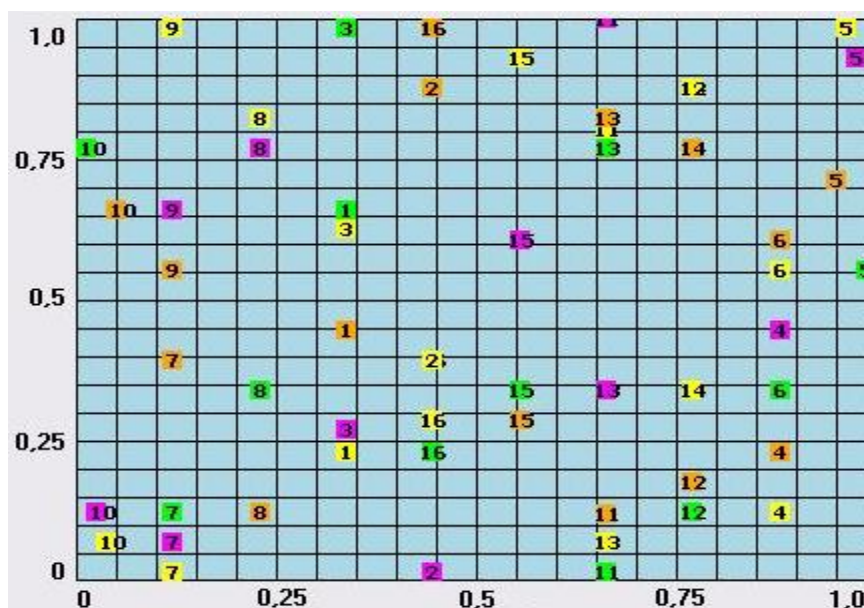


Рис. 2. Графическое представление 16 объектов

В данной работе использование нечеткой логики для многомерной классификации объектов демонстрируется на двух примерах.

Пример 1 – классификация девяти объектов по пяти признакам. В данном примере используется результат исследования структуры команды специалистов, коллективно принимающих решения и выполняющих сложные работы в различном составе [5]. Матрица оценки специалистов по различным характеристикам (пять признаков классификации: приверженность стандартам организации, ответственность, работоспособность, целеустремленность, мотивация) по 10-бальной системе [5] представлена в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	X1	X2	X3	X4	X5
	Прив. станд.	Ответ-ть	Работосп-ть	Целеустр-ть	Мотивация
1	2	7	9	10	4
2	4	2	8	8	2
3	2	3	9	8	2
4	7	3	6	5	3
5	2	2	5	7	2
6	4	3	5	5	3
7	5	4	5	5	4
8	6	1	4	7	1
9	5	3	4	4	3

Матрица расстояний по Евклиду между девятью объектами классификации представлена в табл. 2.

Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,0	6,16	4,90	9,75	7,14	7,87	7,68	9,75	9,33
2	6,16	0,0	2,45	5,57	3,87	4,47	5,20	4,8	5,92
3	4,90	2,45	0,0	7,14	4,36	5,48	6,24	6,86	7,14
4	9,75	5,57	7,14	0,0	6,32	3,87	4,0	4,24	3,46
5	7,14	3,87	4,36	6,32	0,0	3,0	4,24	4,69	4,47
6	7,87	4,47	5,48	3,87	3,0	0,0	1,73	4,12	1,73
7	7,68	5,20	6,24	4,0	4,24	1,73	0,0	4,9	2,0
8	9,75	4,80	6,86	4,24	4,69	4,12	4,9	0,0	4,24
9	9,33	5,92	7,14	3,46	4,47	1,73	2,0	4,24	0,0

Используя иерархическую процедуру классификации классического метода кластерного анализа, последовательно объединяем наиболее близкие объекты и пересчитываем матрицу расстояний. В результате получаем два кластера: первый кластер – объекты (1, 2, 3, 4) и второй кластер – объекты (5, 6, 7, 8, 9). Первая группа специалистов характеризуется как независимые, ответственные, работоспособные, целеустремленные и мотивированные специалисты. Вторая группа специалистов характеризуется как приверженные стандартам организации, недостаточно ответственные, имеющие среднюю работоспособность и слабо целеустремленные и мотивированные.

Таким образом, первая группа специалистов способна принимать ответственные решения. Вторая группа специалистов – хорошие исполнители.

Исходные данные примера 1 (табл. 1) были использованы для проведения вычислительного эксперимента на ЭВМ с применением разработанной компьютерной модели нечеткой классификации. Исходные данные были нормированы применительно к интервалу [0, 1]. Результат кластеризации представлен на рис. 3.

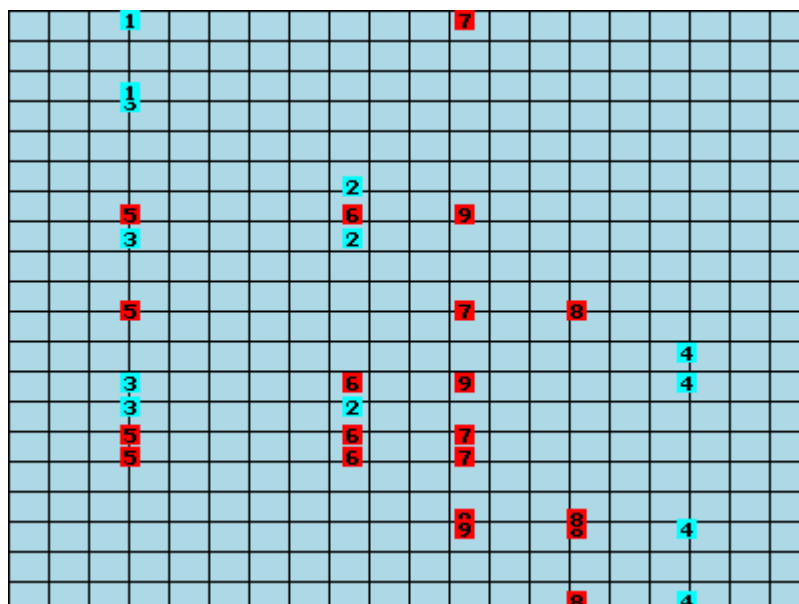


Рис. 3. Результат кластеризации девяти объектов по пяти признакам

На рис. 3 объекты объединены в два кластера, выделенные красным и голубым цветом. В первый кластер (голубой цвет) объединены объекты 1, 2, 3 и 4. Во второй кластер (красный цвет) объединены объекты 5, 6, 7, 8 и 9.

Пример 2 – классификация 20 объектов по пяти признакам. В данном примере в качестве исходных данных использованы данные о потреблении основных продуктов питания (кг в год на человека) по 20 странам [1], которые можно условно разделить на две группы: страны Европы, Австралия и Канада, а также Россия и страны, входившие до 1990 г. в состав СССР.

Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

	Признаки	X1	X2	X3	X4	X5
	Наименование	Мясо	Масло	Сахар	Фрукты	Хлеб
1	Россия	55	3,9	30	28	124
2	Австралия	100	2,6	47	121	87
3	Австрия	93	5,3	37	146	74
4	Азербайджан	20	4,1	12,4	52	141
5	Армения	20	3,7	4,3	72	134
6	Беларусь	72	3,6	28	38	120
7	Бельгия	85	6,9	48	83	72
8	Болгария	65	3	18	92	156
9	Великобритания	67	3,5	39	91	91
10	Венгрия	73	1,7	40	73	106
11	Германия	88	6,8	35	138	73
12	Греция	83	1	24	99	108
13	Грузия	21	3,8	36	55	140
14	Дания	98	5	38	89	77
15	Ирландия	99	3,3	31	87	102
16	Испания	89	0,4	26	103	72
17	Италия	84	2,2	27	169	118
18	Казахстан	61	4,2	19,2	10	191
19	Канада	98	3,1	44	123	77
20	Киргизия	46	4,1	23,5	20	134

Исходные данные были нормированы применительно к интервалу $[0, 1]$. Результат кластеризации с использованием разработанной компьютерной модели нечеткой классификации представлен на рис. 4.

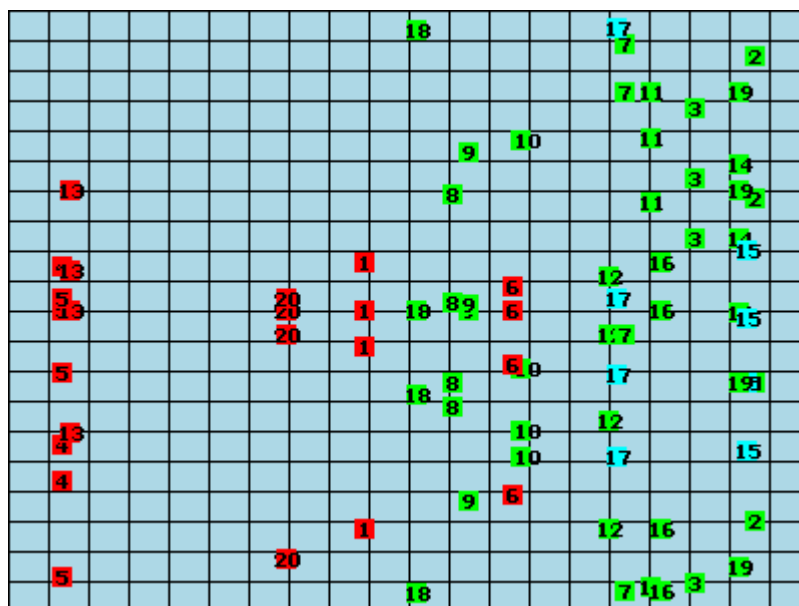


Рис. 4. Результат кластеризации 20 объектов по пяти признакам

На рис. 4 объекты объединены в два кластера, выделенные красным и зеленым (голубым) цветом. В первый кластер слева (красный цвет) объединены страны бывшего СССР (1 – Россия, 4 – Азербайджан, 5 – Армения, 6 – Беларусь, 13 – Грузия, 20 – Киргизия). Во второй кластер справа объединены страны Европы, Австралия, Казахстан и Канада. Таким образом, в результате классификации выделены две группы стран, население которых отличается структурой потребления продуктов питания.

Созданная компьютерная модель, использующая систему нечеткого вывода и реализованная в виде программы для ЭВМ, способна обеспечить многомерную классификацию объектов по пяти признакам и представлять результаты классификации в наглядном графическом виде.

Литература

1. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 2000.
2. Пегат А. Нечеткие моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2013.
3. Зак Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии. М.: ЛИБРОКОМ, 2013.
4. Лабинский А.Ю. Моделирование системы нечеткого вывода // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2 (18). С. 5–10.
5. Савченко Т.Н. Применение кластерного анализа для обработки данных психологических исследований // Экспериментальная психология. 2010. № 2.

References

1. Dubrov A.M., Mhitaryan V.S., Troshin L.I. Mnogomernye statisticheskie metody. M.: Finansy i statistika, 2000.
2. Pegat A. Nechetkie modelirovanie i upravlenie. M.: BINOM, 2013.
3. Zak Yu.A. Prinyatie reshenij v usloviyah nechetkih i razmytyh dannyh: Fuzzy-tehnologii. M.: LIBROKOM, 2013.

4. Labinskij A.Yu. Modelirovanie sistemy nechetkogo vyvoda // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2016. № 2 (18). S. 5–10.
5. Savchenko T.N. Primenenie klasternogo analiza dlya obrabotki dannyh psihologicheskikh issledovanij // Eksperimental'naya psihologiya. 2010. № 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДИКИ СКРЫТОГО ВЛОЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО ВОДЯНОГО ЗНАКА В CLASS-ФАЙЛЫ НА ВИРТУАЛИЗИРОВАННЫХ ПЛАТФОРМАХ С ОТЛИЧАЮЩЕЙСЯ АРХИТЕКТУРОЙ

А.В. Иванов;

А.В. Красов, кандидат технических наук;

П.И. Шариков.

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича**

В данной работе авторы поднимают вопрос проверки работоспособности методики скрытого вложения цифрового водяного знака в байт-код java-класса при запуске на разных платформах с различной архитектурой. Производится вложение цифрового водяного знака без перекомпиляции class-файла и проверяется его работоспособность на виртуальных средах.

Ключевые слова: java, цифровой водяной знак, байт-код, виртуализация

RESEARCH OF OPPORTUNITIES OF THE TECHNIQUE OF THE HIDDEN INVESTMENT OF THE DIGITAL WATERMARK IN CLASS-FAYLY ON THE VIRTUALIZED PLATFORMS WITH DIFFERENT ARCHITECTURE

A.V. Ivanov; A.V. Krasov; P.I. Sharikov.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg state university of telecommunications

In this article, the authors raise the issue of testing the efficiency of the hidden digital watermarking technique in the java-class bytecode when launched on different platforms with different architectures. An embedding of a digital watermark without recompiling a class file is performed and its operability is checked in virtual environments.

Keywords: java, digital watermark, byte code, virtualization

В данный момент технологии развиваются стремительно быстро. Сейчас самый популярный язык программирования – Java. Разработчики языка Java всегда ставили кроссплатформенность своего языка в приоритет. Под разные системы и процессоры, виртуальные машины Java пишутся на разных языках, главное правило – одинаковая работоспособность.

Новизна данного исследования заключается в том, что на данный момент в открытом доступе практически нет научного материала, в котором проводится исследование столь узконаправленного вопроса. А именно, возможность запуска java-файла со скрытым вложением цифрового водяного знака на разных операционных системах [1]. К моменту написания данной статьи авторы не нашли в открытых источниках научного материала, отвечающего условиям актуальности, на данную тему.

Также, была поставлена задача для исследования того, что вложенное сообщение или цифровой водяной знак не видоизменится и его опкоды в java-файле не перезапишутся с другими опкодами байт-кода Java из-за различий в конфигурациях устройств, на которых будет запущено приложение. Также, class-файл, задействованный в исследовании, должен отработать без ошибок в обоих случаях.

Для проведения данного исследования необходимо произвести вложение сообщения в байт-код Java-файла и проверить файл на работоспособность. Далее следует перенести class-файл на другую платформу, проверить, что изменение байт-кода не помешало работе приложения, а также остался неизменным цифровой водяной знак.

В ходе работы будет установлен гипервизор KVM, на котором будет создана виртуальная машина с отличной операционной системой. Будет произведена эмуляция процессора, отличающейся архитектуры от используемой для вложения цифрового водяного знака в class-файл. Для решения данной задачи необходима настройка и установка всех необходимых для виртуализации компонентов, установка гостевой виртуальной машины, настройка сети для виртуальной машины.

Релевантные работы

Идентичных работ, в которых исследуется вопрос, поднимаемый в данной статье, в открытом доступе найти не удалось. Научная деятельность, связанная именно с проверкой работоспособности исполняемого java-файла с вложением цифрового водяного знака на разных аппаратных средах при разных условиях и конфигурациях, является исследованием динамического характера. В связи с тем, что развитие языка Java, как и виртуальной машины Java, не стоит на месте, а активно улучшается и дорабатывается, можно заявить, что на момент выхода JVM версии 9, статья актуальна, и вероятно, единственная в таком узкоспециализированном типе исследований среди находящихся в открытом доступе.

Есть несколько отечественных работ, связанных с проверкой быстродействия JVM на различных платформах или с различными операционными системами (ОС). По мнению авторов статьи, главный минус нижеприведенных исследований заключается в их неактуальности на данный момент, потому что даже с 2015 г. виртуальная машина Java претерпела изменения в механизме работы и анализаторе безопасности. Также разрыв версий Java слишком велик на данный момент времени, чтобы использовать данные исследования.

Первая подобная работа за авторством В.В. Хашковского, В.Н. Лутай, В.В. Юрченко «Сравнительная оценка времени выполнения программ на различных платформах» [2] была проведена в 2009 г. В ней авторы сравнивают скорость выполнения программы в Windows XP и Linux Open SUSE при использовании одинаковых аппаратных платформ. Исследователи используют возможности JVM по подсчету времени исполнения программы. Полученные результаты показали, что среда Linux показывает чуть большее быстродействие. Работа схожа с данной тем, что в ней также проводились замеры времени выполнения программы.

Однако стоит учесть, что цель данного исследования стоит дальше, нежели простой замер времени выполнения программы. Данное исследование покрывает несколько вопросов: возможность запуска на совершенно разных платформах, скорость запуска на данных платформах, полная работоспособность программы и целостность находящегося в ней цифрового водяного знака.

Вторая работа украинских коллег А.И. Дидух, В.В. Тищенко «Сравнение быстродействия Java на микрокомпьютере Raspberry Pi» [3] проведена уже в 2015 г. и сравнивает быстродействие программ на Java при изменении частоты процессора.

Эта работа не подходит для сравнения с текущей статьей, так как в ней используется одна операционная система и одно и то же аппаратное обеспечение, в котором меняется частота процессора. Следовательно, она близка к данному исследованию только по одному из нескольких пунктов, которые покрывает текущее исследование.

Виртуальная машина. Настройка

Заранее была подготовлена операционная система CentOS 6.3 для установки гостевой 32-битной виртуальной машины и физический сервер с 64-битной операционной системой, на котором будет произведена установка KVM вместе с виртуальной машиной (хост-сервер).

Все действия выполнялись из-под пользователя root на конфигурации Intel Xeon Quad Core E3-1230 3.20 GHz / 16GB / 2x 1TB.

Листинг 1. Установка KVM и библиотек виртуализации:

```
# yum install kvm libvirt
# service libvirtd start
# lsmod | grep kvm
kvm_intel          52890  16
kvm                314739  1 kvm_intel
# virsh sysinfo
<sysinfo type='smbios'>
<bios>
<entry name='vendor'>HP</entry>
<entry name='version'>J01</entry>
```

Листинг 2. Настройка хранилища:

```
# fdisk /dev/sdb
Command (m for help): n
Command action
  e   extended
  p   primary partition (1-4)
  p
Partition number (1-4): 1
Command (m for help): w
# mkfs.ext4 /dev/sdb1
# mkdir /guest_images
# chmod 700 /guest_images
# ls -la /guest_images
total 8
drwx-----.  2 root root 4096 May 28 13:57 .
dr-xr-xr-x.  26 root root 4096 May 28 13:57 ..
# mount -t ext4 /dev/sdb1 /guest_images
# vi /etc/fstab
/dev/sdb1          /guest_images      ext4    defaults        1 1
# virsh pool-define-as guest_images_dir dir - - - - "/guest_images"
# virsh pool-start guest_images_dir
# virsh pool-list --all
# virsh pool-autostart guest_images_dir
# virsh pool-list --all
```

После того, как было настроено хранилище, была произведена настройка на хост-сервере. Перед настройками была совершена проверка на наличие установленного пакета bridge-utils. В противном случае, если проверка не была осуществлена и начаты операции с сетью, при отсутствии данного пакета могла быть потеряна связь с сервером. Потеря связи с удаленным сервером без наличия к нему физического доступа влечет за собой множество проблем.

Листинг 3. Проверка на наличие установленного пакета и установка OS:

```
# rpm -qa | grep bridge-utils
virt-install --n VMName_2 --ram 1024 --arch=x86_64 \
--vcpus=1 --cpu host --check-cpu \
--extra-args="vnc sshd=1 sshpw=secret ip=static reboot=b selinux=0" \
--os-type linux --os-variant=rhel6 --boot cdrom,hd,menu=on \
--disk pool=guest_images_dir,size=50,bus=virtio \
--network=bridge:br0,model=virtio \
--graphics vnc,listen=0.0.0.0,keymap=ru,password=some.password.here \
--noautoconsole --watchdog default,action=reset --virt-type=kvm \
--autostart --location
```

После выполнения команды установки новой виртуальной машины следует подключиться по VNC к хост-серверу. После окончания установки CentOS на гостевую виртуальную машину подключаемся к хост-серверу. Далее процесс настройки и подключения завершен и можно использовать данную виртуальную машину для запуска на ней class-файла, содержащего в себе цифровой водяной знак, вложенный в него на машине с другими конфигурациями и разрядностью.

Скрытое вложение цифрового водяного знака в class-файл java

Исследование заключается в возможности запуска class-файла с вложенным цифровым водяным знаком и проверке неизменности вложения на процессорах другой архитектуры и разрядности. В связи с этим была выбрана методика создания и скрытого вложения цифрового водяного знака в class-файлы java приложения, предложенная ранее [4].

Для осуществления вложения информации в class-файл была выбрана многофункциональная программа Java Bytecode Editor, позволяющая контролировать процесс замены команд байт-кода на эквивалентные и уведомляющая о возможных ошибках при новом запуске файла.

В качестве class-файла, используемого для вложения информации в байт-код, был выбран один из модулей развлекательного приложения, предназначенного для знакомства учеников младших классов с языком программирования Java. Class-файл представляет собой отдельно работающую часть приложения, которая предлагает пользователю ввести некоторое число от 1 до 100, а далее производит попытки привести число, загаданное самой программой к числу, введенному пользователем. Код приложения приведен в Листинге 4.

Таким образом, при проверке файла на виртуальной машине будет обращено внимание не только на его исполнение, содержание цифрового водяного знака, но и на время выполнения.

Листинг 4. Приложение, вычисляющее число, введенное пользователем:

```
public class IfNoMain {
    static long startTime = System.currentTimeMillis();
    public static void main(String[] args) {
        int secretNumber = 0;
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        if (scanner.hasNextInt()) {
            secretNumber = scanner.nextInt();
        }
        int numberInClass = new Random().nextInt(10);
        if (secretNumber > 50 || secretNumber < 1) {
            System.out.println("you're not playing by the rules");
        }
        if (secretNumber > numberInClass) {
            numberInClass += 10;
        } else {
            numberInClass -= 10;
        }
        if (secretNumber > numberInClass) {
            numberInClass += 10;
        } else {
            numberInClass -= 10;
        }
        if (secretNumber > numberInClass) {
            numberInClass += 10;
        } else {
            numberInClass -= 10;
        }
        System.out.println("secretNumber= " + secretNumber);
        System.out.println("numberInClass= " + numberInClass);
        double timeSpent = (double) (System.currentTimeMillis() - startTime)/1000;
        System.out.println("Programm run " + timeSpent + " seconds");
    }
}
```

Как можно увидеть из Листинга 4, в коде class-файла достаточно большое количество операций условных переходов if-else. Сделано это намерено, так как методика, которая используется в этом исследовании наилучшим образом позволяет вложить информацию в байт-код java-файла посредством замены операторов условных переходов [5]. В байт-коде Java у всех операторов условных переходов существует несколько эквивалентов [6], которые используются виртуальной машиной в различных ситуациях [7]. Данные опкоды совершают одни и те же операции в приложении, но используют разное количество памяти.

В связи с этим, если в байт-коде жестко указать смену одного опкода на эквивалентный и не совершать перекомпиляцию файла, объем файла либо растет, либо уменьшается, в зависимости от ваших действий. Именно с помощью этого недокументированного свойства виртуальной машины java произведем вложение некоторого цифрового водяного знака в class-файл [8].

На рис. 1 представлен байт-код данного класса без изменений. Были проанализированы опкоды, которые можно заменить для получения цифрового водяного знака. Данный class-файл, разумеется, не может претендовать на полноценную java-программу, именно поэтому вложение в данный файл будет сравнительно небольшим, по сравнению с вложениями, которые можно осуществить в реальные проекты.

```

Code:
 0: iconst_0
 1: istore_1
 2: new           #2           // class java/util/Scanner
 5: dup
 6: getstatic    #3           // Field java/lang/System.out:Ljava/i
o/PrintStream;
 9: invokespecial #4           // Method java/util/Scanner.<init>()
:(Ljava/io/PrintStream;)V
12: astore_2
13: aload_2
14: invokevirtual #5           // Method java/util/Scanner.hasNextI
nt:()Z
17: ifeq         25
20: aload_2
21: invokevirtual #6           // Method java/util/Scanner.nextInt:
<>I
24: istore_1
25: new           #7           // class java/util/Random
28: dup
29: invokespecial #8           // Method java/util/Random.<init>():
<>V
32: bipush       10
34: invokevirtual #9           // Method java/util/Random.nextInt:()
I
37: istore_3
38: iload_1
39: bipush       50
41: if_icmpgt    49
44: iload_1
45: iconst_1
46: if_icmple    57
49: getstatic    #10          // Field java/lang/System.out:Ljava/
io/PrintStream;
52: ldc         #11          // String you're not playing by the
rules
54: invokevirtual #12          // Method java/io/PrintStream.printl
n:(Ljava/lang/String;)V
57: iload_1
58: iload_3
59: if_icmple    68
62: iinc         3, 10
65: goto         71
68: iinc         3, -10
71: iload_1
72: iload_3
73: if_icmple    82
76: iinc         3, 10
79: goto         85
82: iinc         3, -10
85: iload_1
86: iload_3
87: if_icmple    96
90: iinc         3, 10
93: goto         99
96: iinc         3, -10
99: getstatic    #10          // Field java/lang/System.out:Ljava/

```

Рис. 1. Байт-код неизмененного class-файла

В представленном байт-коде наглядно видно четыре опкода, отвечающих за условные переходы в коде приложения. Рассмотрим данные опкоды подробнее:

- if_icmpgt: Выполнить условие, если Значение 1 больше, чем Значение 2;
- if_icmpge: Выполнить условие, если Значение 1 больше или равно, чем Значение 2;
- if_icmple: Выполнить условие, если Значение 1 меньше или равно, чем Значение 2.

Также для полноценного списка стоит упомянуть, что существуют другие эквивалентные опкоды условных переходов, которые не были использованы в этом приложении, но могут быть использованы в процессе редактирования байт-кода class-файла:

– if_icmplt: Выполнить условие, если Значение 1 меньше Значения 2.

Рассмотрим коды этих операций в двоичном и шестнадцатеричном формате в виртуальной машине Java, которые представлены в таблице.

Таблица. Двоичное и шестнадцатеричное представление опкодов в JVM

Операционный код в JVM	Двоичное представление	Шестнадцатеричное представление
if_icmpgt	1010 0011	A3
if_icmpge	1010 0010	A2
if_icmple	1010 0100	A4
if_icmplt	1010 0001	A1

При переводе данных представлений в буквенное представление по таблице ASCII (например, кодовая таблица 866 – MS-DOS) получим «г»(163), «в»(162), «д»(164) и «б»(161) соответственно.

В данный момент, используя описанную ранее методику [9], можно предположить, что в class-файле уже есть некоторый цифровой водяной знак, который нас не устраивает. Сейчас это: «гвдд».

Принимая во внимание, что эквивалентные опкоды меняют ветки (значения) булева выражения местами, необходимо также редактировать и этот момент в байт-коде. Таким образом, если первый условный переход if_icmpgt, содержащий в себе булево выражение ($x > y$), то менее воздействия на байт-код принесет замена данного опкода на if_icmplt, содержащий в себе булево выражение ($x < y$).

Производится замена в целях минимальной редакции байт-кода. При редактировании байт-кода данного class-файла изменения были такими:

- опкод if_icmpgt заменен на if_icmplt, также произведена перестановка значений булева выражения;
- опкод if_icmpge заменен на if_icmple, также произведена перестановка значений булева выражения;
- опкоды if_icmple заменены на if_icmpge, также произведена перестановка значений их булевых выражений.

Таким образом, по завершении всех перестановок, при проверке получившегося цифрового водяного знака по методике и выбранной кодовой таблице должна получиться буквенная последовательность: «бдвв».

Произведем необходимые замены в class-файле посредством редактора Java ByteCode Editor для ускорения замены и исключения ошибок памяти.

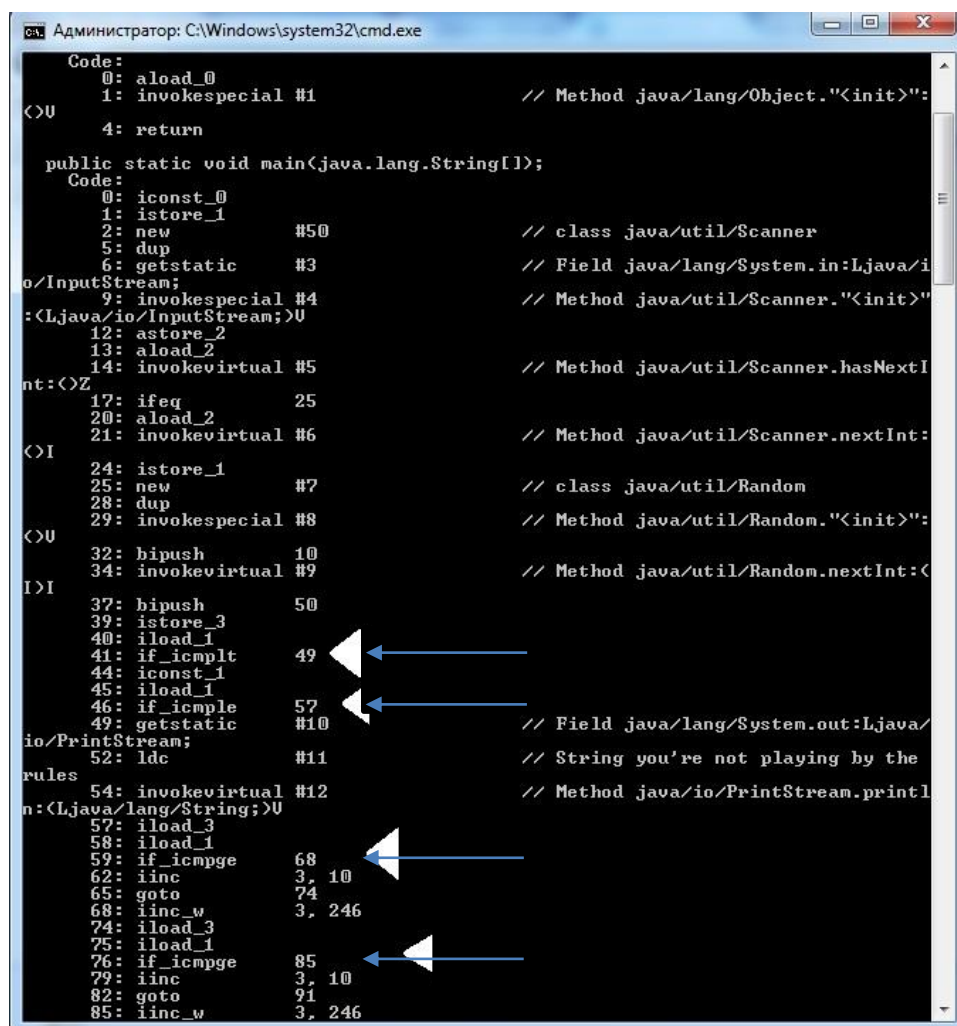
После замены всех необходимых опкодов, производится проверка на локальной машине, что замена удалась и файл работает. На рис. 2 видно, что замена байт-кода прошла успешно и если производить сверку кодовых представлений опкодов в измененном файле с выбранной кодовой таблицей, то будет получена необходимая символьная последовательность.

Данная методика незаменима при скрытом вложении цифрового водяного знака в исполняемые java-файлы по нескольким причинам:

- производится выбор способа перевода представлений опкодов в виртуальной машине Java в удобочитаемый вид;

– производится выбор кодовой таблицы, по которой необходимо будет сверяться, чтобы понять, что зашифровано в файле.

Таким образом, злоумышленнику мало знать методику вложения, ему необходимо знать способ конвертации данных опкодов и какая из десятков кодовых таблиц ASCII была выбрана для проверки правильности вложенного цифрового водяного знака.



```
Code:
0: aload_0
1: invokespecial #1          // Method java/lang/Object."<init>":
<>U
4: return

public static void main(java.lang.String[]);
Code:
0: iconst_0
1: istore_1
2: new           #50         // class java/util/Scanner
5: dup
6: getstatic    #3           // Field java/lang/System.in:Ljava/i
o/InputStream;
9: invokespecial #4          // Method java/util/Scanner."<init>"
:(Ljava/io/InputStream;)U
12: astore_2
13: aload_2
14: invokevirtual #5          // Method java/util/Scanner.hasNextI
nt:(<Z
17: ifeq         25
20: aload_2
21: invokevirtual #6          // Method java/util/Scanner.nextInt:
<>I
24: istore_1
25: new           #7           // class java/util/Random
28: dup
29: invokespecial #8          // Method java/util/Random."<init>":
<>U
32: bipush      10
34: invokevirtual #9          // Method java/util/Random.nextInt:(<
I>I
37: bipush      50
39: istore_3
40: iload_1
41: if_icmplt    49           // Method java/util/Random.nextInt:
<>I
44: iconst_1
45: iload_1
46: if_icmple    57           // Method java/util/Random.nextInt:(<
I>I
49: getstatic    #10          // Field java/lang/System.out:Ljava/
io/PrintStream;
52: ldc         #11          // String you're not playing by the
rules
54: invokevirtual #12        // Method java/io/PrintStream.printL
n:(<Ljava/lang/String;)U
57: iload_3
58: iload_1
59: if_icmpge    68           // Method java/io/PrintStream.printL
n:(<Ljava/lang/String;)U
62: iinc         3, 10
65: goto         74
68: iinc_w       3, 246
74: iload_3
75: iload_1
76: if_icmpge    85           // Method java/io/PrintStream.printL
n:(<Ljava/lang/String;)U
79: iinc         3, 10
82: goto         91
85: iinc_w       3, 246
```

Рис. 2. Class-файл с отредактированным байт-кодом

Проверка работы файла с измененным байт-кодом на виртуальной машине

Из статьи «Comparison productivity Java in Windows and Red Hat Linux» [10], в которой авторы сравнивают работу виртуальной машины java на операционных системах Linux и Windows, были получены данные о том, что java runtime environment может работать по-разному, на разных операционных системах, без изменения аппаратных средств. Имея данные о том, что существует вероятность некорректной работы приложений java на unix-подобных системах и о частом использовании открытого проекта OpenJDK вместо стандартного, предоставляемого компанией Oracle, был произведен перенос class-файла, выбранного для исследования, на другую операционную систему.

Как видно из рис. 3, байт-код class-файла при запуске на виртуальной машине с операционной системой CentOS, не изменился. Операционные коды, используемые в цифровом водяном знаке, остались прежними:

- if_icmplt;
- if_icmple;

- if_icmpge;
- if_icmpge.

Работоспособность программы также осталось неизменной, что подтверждает рис. 4, демонстрирующий запуск class-файла.

После произведенной проверки наличия в байт-коде цифрового водяного знака, производится запуск приложения.

```

Code:
  0: iconst_0
  1: istore_1
  2: new           #50          // class java/util/Scanner
  5: dup
  6: getstatic    #3           // Field java/lang/System.in:Ljava/io/InputStream;
  9: invokespecial #4           // Method java/util/Scanner.<init>:(Ljava/io/InputStream;)V
12: astore_2
13: aload_2
14: invokevirtual #5           // Method java/util/Scanner.hasNextInt:()Z
17: ifeq         25
20: aload_2
21: invokevirtual #6           // Method java/util/Scanner.nextInt:()I
24: istore_1
25: new           #7           // class java/util/Random
28: dup
29: invokespecial #8           // Method java/util/Random.<init>:()V
32: bipush       10
34: invokevirtual #9           // Method java/util/Random.nextInt:()I
37: bipush       50
39: istore_3
40: iload_1
41: if_icmplt    49             ←
44: iconst_1
45: iload_1
46: if_icmple    57             ←
49: getstatic    #10          // Field java/lang/System.out:Ljava/io/PrintStream;
52: ldc          #11          // String you're not playing by the rules
54: invokevirtual #12          // Method java/io/PrintStream.println:(Ljava/lang/String;)V
57: iload_3
58: iload_1
59: if_icmpge    68             ←
62: iinc         3, 10
65: goto         74
68: iinc_w       3, 246
74: iload_3
75: iload_1
76: if_icmpge    85             ←
79: iinc         3, 10
82: goto         91
85: iinc_w       3, 246
91: iload_1
92: iload_3
93: if_icmple    102            ←
96: iinc         3, 10
  
```

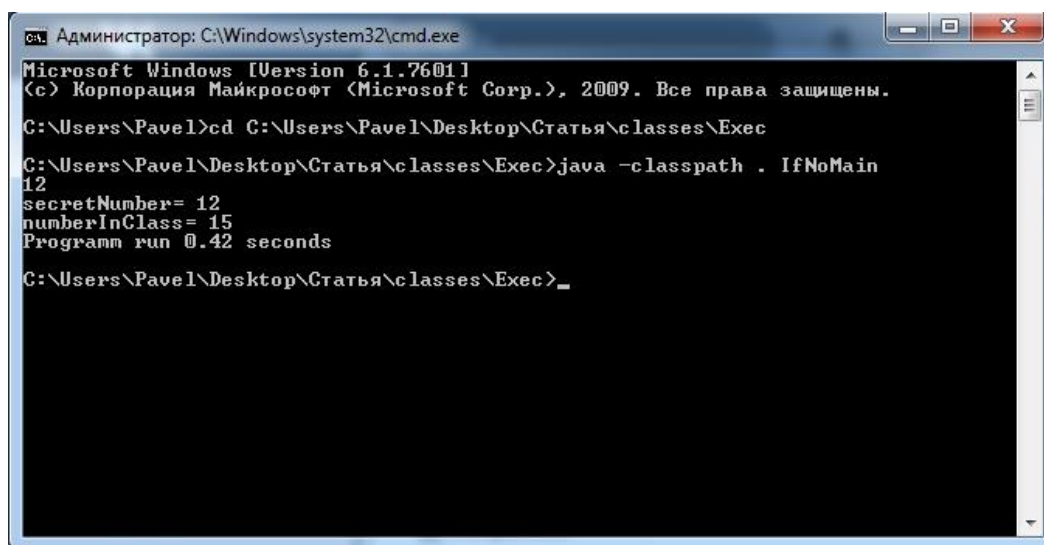
Рис. 3. Изменённый байт код в среде *nix

```

Mike@localhost Exec$ java IfNoMain
12
secretNumber= 12
numberInClass= 17
Programm run 1.008 seconds
Mike@localhost Exec$
  
```

Рис. 4. Выполнение программы на ОС CentOS

Как видно из рис. 4, программа выполняется так же, как и в среде Microsoft Windows. Для сравнения, ниже представлен рис. 5. Таким образом, изменение разрядности и семейства операционной системы не изменяет работу программы.



```
Администратор: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corp.), 2009. Все права защищены.

C:\Users\Pavel>cd C:\Users\Pavel\Desktop\Статья\classes\Exec
C:\Users\Pavel\Desktop\Статья\classes\Exec>java -classpath . IfNoMain
12
secretNumber= 12
numberInClass= 15
Programm run 0.42 seconds
C:\Users\Pavel\Desktop\Статья\classes\Exec>_
```

Рис. 5. Выполнение программы на ОС Windows 7

Во время проведения данного исследования было выяснено, что изменение операционной системы не влияет на выполнение программы.

Также было выяснено, что выполнение class-файла с вложенным цифровым водяным знаком на другой операционной системе и конфигурации никак не влияет на работу программы.

Было доказано, что цифровой водяной знак не перезаписывается, что означает полную сохранность внутренней структуры файла и правильную компиляцию кода class-файла в байт-код java.

Следовательно, используемую в данном исследовании методику можно тиражировать на различные операционные системы и конфигурации рабочих станций, не задумываясь о том, как поведет себя программа и вложенное в нее доказательство авторских прав.

Литература

1. Хомяков И.Н., Красов А.В. Возможность скрытого вложения информации в байт-код java // Информационные технологии моделирования и управления. 2014. № 2 (86). С. 185–191.
2. Хашковский В.В., Лутай В.Н., Юрченко В.В. Сравнительная оценка времени выполнения программ на различных платформах // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 12. С. 176–181.
3. Дидух А.И., Тищенко В.В. Сравнение быстродействия Java на микрокомпьютере Raspberry Pi // Вісник НТУУ «КПІ». Сер.: Радіотехніка, Радіоапаратобудування. 2015. № 60. С. 107–113.
4. Шариков П.И., Красов А.В., Штеренберг С.И. Методика создания и вложения цифрового водяного знака в исполняемые java-файлы на основе замен опкодов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т. 11. № 3. С. 66–70.
5. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки / В.И. Коржик [и др.]. СПб., 2016. Ч. 1: Цифровая стеганография.
6. Shterenberg S.I., Krasov A.V., Ushakov I.A. Analysis of using equivalent instructions at the hidden embedding of information into the executable files // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2017. Т. 80. № 1. pp. 28–34.

7. Шариков П.И. Методика нахождения величины наиболее выгодного контейнера в форматах исполняемых файлов // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2015. Т. 7. № 5. С. 58–62.

8. Шариков П.И., Красов А.В. Исследование уязвимости сериализации и десериализации данных в Java // Региональная информатика и информационная безопасность: сб. науч. трудов. СПб.: С.-Петербург. Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления.

9. Красов А.В., Шариков П.И. Методика защиты байт-кода java-программы от декомпиляции и хищения исходного кода злоумышленником // ВЕСТНИК СПГУТД. 2017. № 1. С. 47–51.

10. URL:http://www.javaportal.ru/articles/comparison_productivity_Java_in_and_Red_Hat_Linux.html (дата обращения: 10.03.2018).

References

1. Homyakov I.N., Krasov A.V. Vozmozhnost' skrytogo vlozheniya informacii v bajt-kod java // Informacionnye tekhnologii modelirovaniya i upravleniya. 2014. № 2 (86). S. 185–191.

2. Hashkovskij V.V., Lutaj V.N., Yurchenko V.V. Sravnitel'naya ocenka vremeni vypolneniya programm na razlichnyh platformah // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. 2009. № 12. S. 176–181.

3. Diduh A.I., Tishchenko V.V. Sravnenie bystrodejstviya Java na mikrokompyutere Raspberry Pi // Visnik NTUU «KPI». Ser.: Radiotekhnika, Radioaparaturbuduvannya. 2015. № 60. S. 107–113.

4. Sharikov P.I., Krasov A.V., Shterenberg S.I. Metodika sozdaniya i vlozheniya cifrovogo vodyanogo znaka v ispolnyaemye java-fajly na osnove zamen opkodov // T-Comm: Telekommunikacii i transport. 2017. Т. 11. № 3. S. 66–70.

5. Cifrovaya steganografiya i cifrovye vodyanye znaki / V.I. Korzhik [i dr.]. SPb., 2016. CH. 1: Cifrovaya steganografiya.

6. Shterenberg S.I., Krasov A.V., Ushakov I.A. Analysis of using equivalent instructions at the hidden embedding of information into the executable files // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2017. Т. 80. № 1. pp. 28–34.

7. Sharikov P.I. Metodika nahozhdenie velichiny naibolee vygodnogo kontejnera v formatah ispolnyaemyh fajlov // Nauchnye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyah Zemli. 2015. Т. 7. № 5. S. 58–62.

8. Sharikov P.I., Krasov A.V. Issledovanie uyazvimosti serializacii i deserializacii dannyh v Java // Regional'naya informatika i informacionnaya bezopasnost': sb. nauch. trudov. SPb.: S.-Peterb. Obshchestvo informatiki, vychislitel'noj tekhniki, sistem svyazi i upravleniya.

9. Krasov A.V., Sharikov P.I. Metodika zashchity bajt-koda java-programmy ot dekompilyacii i shishcheniya iskhodnogo koda zloumyshlennikom // VESTNIK SPGUTD. 2017. № 1. S. 47–51.

10. URL:http://www.javaportal.ru/articles/comparison_productivity_Java_in_and_Red_Hat_Linux.html (data obrashcheniya: 10.03.2018).

ТЕМБРАЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА В ЗАДАЧАХ СОНИФИКАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Г.Г. Рогозинский, кандидат технических наук;

А.Д. Сотников, доктор технических наук.

**Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича**

Расширение использования аудиальной модальности при работе с различными системами отображения информации за счет средств сонификации требует разработки комплекса методов отображения сложных данных и описания звуковых объектов. Рассмотрены тембральные пространства, проектируемые с учетом сонификации.

Ключевые слова: сонификация, тембр, мультидоменная модель, киберфизические системы

TIMBRAL SPACES FOR SONIFICATION OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

G.G. Rogozinsky; A.D. Sotnikov.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg state university of telecommunications

The further development of auditory modality for the purposes of various systems of data representation based on sonification, demands the research of the complex data mappings and sound objects' descriptions. The paper reviews timbral spaces, designed for the sonification purposes.

Keywords: sonification, timbre, multi-domain model, cyber-physical systems

Сонификация как совокупность методов представления различных данных с помощью неречевого звука начинает свою историю с работ Крамера [1], Бараша [2], Эдворти [3] и других, появившихся в конце 1990-х гг. на стыке акустики, звукового дизайна, компьютерных технологий звукового синтеза и анализа данных.

К настоящему моменту времени элементы сонификации находят все большее применение в различных системах, однако существующие методы сонификации [4] не обладают достаточным инструментарием для системного подхода к аудиальному представлению состояния различных сложных систем, в том числе и киберфизических. Последние представляют собой новую технологическую парадигму, объединяющую различные информационно-телекоммуникационные системы с позиций выделения и интеграции в единое целое слоя физических элементов и их информационных (кибернетических) представлений (цифровых теней) [5, 6].

С ростом увеличивающейся информационной нагрузки одним из наиболее слабых звеньев сложных систем становится человек-оператор. Полное исключение человеческого фактора по-прежнему невозможно в силу очевидных причин. При этом в условиях современной высокотехнологичной среды взаимодействие человека с информационными системами становится все более сложным и многообразным, что может привести к значительной нагрузке на оператора системы и, как следствие, к ошибочным реакциям и действиям в контуре управления.

Следовательно, совершенствование методов сонификации и распространение их на область киберфизических систем, с одной стороны, требует проработки вопросов формирования описаний для звуков, участвующих в процессе сонификации, а с другой – моделей, учитывающих связи между киберфизическими системами и подсистемами сонификации.

Мультидоменная модель коммуникаций

Проектирование полимодальных интерфейсов взаимодействия в человеко-машинных системах требует разработки соответствующих методов описания, анализа и конструирования представлений свойств и характеристик объектов/процессов в киберфизических системах.

В качестве фундаментальной основы для описания и анализа проблемы предлагается использовать модифицированную доменную модель инфокоммуникаций [7, 8], позволяющую формально описать процессы взаимодействия, обслуживаемые соответствующими интерфейсами участников процесса.

Рассматриваемая модель предполагает разделение пространства взаимодействия на три области (домена), каждый из которых связан с группами объектов общей природы – физическими, информационными (кибернетическими) и когнитивными.

Перечисленные выше объекты представляют сущности соответствующих доменов – физического (ФД), информационного (ИД) и когнитивного (КД). На границах доменов реализуются интерфейсы, позволяющие осуществлять взаимодействие между элементами системы.

Каждый элемент системы обладает конечным упорядоченным набором состояний, определяющих собственный тезаурус элемента.

Для объекта A , принадлежащего физическому домену и обладающего множеством состояний собственного тезауруса $\langle A \rangle^{\xi^A}$, существует множество представлений в тезаурусе ξ^B , являющихся сущностями информационного домена. Информационное взаимодействие состоит в изменении состояния объекта-приемника в ответ на воздействие сигнала, сформированного в соответствии с изменением состояния объекта-передатчика:

$$\langle A \rangle^{\xi^A} \xrightarrow{\text{Signal}} \left\langle \langle A \rangle^{\xi^A} \right\rangle^{\xi^B}. \quad (1)$$

Возникающее в процессе функционирования системы взаимодействие человека с информационной средой и, через нее, с физической средой, затрагивает все три домена. Выражение (1) в этом случае принимает вид:

$$\langle A \rangle^{\xi^A} \xrightarrow{Q_1} \langle C \rangle^{\xi^B} \xrightarrow{Q_2} \left\langle \left\langle \langle A \rangle^{\xi^A} \right\rangle^{\xi^B} \right\rangle^{\xi^C},$$

где Q_1, Q_2 – операторы преобразования представлений объекта ФД при формировании сигнала, его трансформациях в процессе передачи и приема; ξ^B, ξ^C – тезаурусы сигнала и приемника соответственно.

В обобщенном случае полимодального представления информации введем векторный оператор $\bar{Z}$, каждым элементом которого является оператор преобразования тезауруса объекта ИД к тезаурусу соответствующего интерфейса представления информации.

Для четырехмодального случая, включающего зрительную Q^V , аудиальную Q^A , тактильную Q^T и ольфакторную Q^O компоненты, имеем [9]:

$$\bar{Z} = \{ Q^A; Q^V; Q^O; Q^T \}. \quad (2)$$

В результате воздействия векторного оператора $\bar{Z}$ на тезаурус объекта в ИД в общем случае имеем:

$$\langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \xrightarrow{\bar{Z}} \left\{ \left\langle \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \right\rangle^{\xi^{M_i}} \right\}_{i=1 \dots M_{\max}},$$

где M_i – i модальность; $M_{\max}$ – максимальное количество модальностей данных в рассматриваемой системе.

В соответствии с выражением (2) переход от объектов ИД к КД для восприятия сенсорными органами человека-оператора будет записано выражением (3):

$$\left[\left\langle \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \right\rangle^{\xi^{M_i}} \right]_{i=1 \dots M_{\max}} \xrightarrow{Q_i^N} \left[\left\langle \left\langle \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \right\rangle^{\xi^{M_i}} \right\rangle^{\xi^{U_i}} \right]_{i=1 \dots M_{\max}}, \quad (3)$$

где ξ^{U_i} – тезаурус человека-оператора в когнитивном домене.

Отдельно для аудиальной модальности выражение (3) преобразуется к виду:

$$\left| \langle C \rangle^{\xi^C} \xrightarrow{Q^\downarrow} \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \xrightarrow{Q^A} \left\langle \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \right\rangle^{\xi^A} \right|_{ID} \xrightarrow{Q_A^N} \left[\left\langle \left\langle \langle C \rangle^{\xi^{\tilde{C}}} \right\rangle^{\xi^A} \right\rangle^{\xi^{U_A}} \right]_{CD},$$

где ID – информационный (кибернетический) домен; CD – когнитивный домен; $Q^\downarrow$ – оператор редукции или сокращения тезауруса, такой что $\xi^C \subset \xi^{\tilde{C}}$.

Представленные выше выражения дают формальное описание процессам, имеющим место в различных доменах рассматриваемой модели и позволяют использовать единый символичный аппарат, что важно с позиций разработки методов и теоретических моделей, направленных на формирование унифицированного комплекса средств проектирования полимодальных интерфейсов представления данных [10].

Три класса звуковых пространств

В терминах мультидоменной модели представление звука в виде звукового сигнала, существующего в информационном пространстве, может быть записано как:

$$A^{\xi^A} \xrightarrow{Q_1} \left\langle A^{\xi^A} \right\rangle^{\xi^S} \equiv S^{\xi^S}.$$

Звуковой сигнал S^{ξ^S} может быть представлен с помощью трех принципиально различающихся классов пространств [11].

Первый класс, примером которого является традиционное для радиотехнических приложений пространство Амплитуда-Частота-Время (AFT), является наиболее объективным и не содержит субъективных дескрипторов. Переход к нему затрагивает только

лишь область ИД и фактически соответствует операции внутримоментного преобразования тезауруса:

$$S^{\xi^S} \xrightarrow{Q_2} S^{\xi^X}. \quad (4)$$

Новый тезаурус X включает в себя расширенный набор дескрипторов, базирующихся на частотно-временных преобразованиях, например, на преобразовании Фурье.

Второй класс пространств, примером которого является пространство Шеффера [12], является следствием субъективизации частотно-временного представления сигнала и обозначается как sAFT, то есть:

$$S^{\xi^S} \xrightarrow{Q_2} S^{\xi^X} \xrightarrow{Q_3} \langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U} \xrightarrow{Q_4} \langle \langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U} \rangle^{\xi^{\tilde{X}}},$$

где $S^{\xi^X} \xrightarrow{Q_3} \langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U}$ – переход к КД, то есть субъективизация частотно-временного представления звукового сигнала S^{ξ^X} в тезаурусе пользователя ξ^U , в частности можно отметить нотную запись и прочие условные обозначения, используемые композиторами для описания характеристик звука; $\langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U} \xrightarrow{Q_4} \langle \langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U} \rangle^{\xi^{\tilde{X}}}$ – переход к представлению сигнала, определяемому в результате когнитивной деятельности.

Третий класс пространств, примером которого служит фонографическое пространство Динова-Гибсона (PhG) [13], является субъективизацией исходного сигнала без дополнительных преобразований в ИД:

$$S^{\xi^S} \xrightarrow{Q_3} \langle S^{\xi^S} \rangle^{\xi^U} \xrightarrow{Q_4} \langle \langle S^{\xi^S} \rangle^{\xi^U} \rangle^{\xi^{\tilde{S}}}.$$

Таким образом, имеет место следующая схема, отражающая генезис трех возможных классов звуковых пространств (рис. 1).

Соответственно, любой звук, описываемый тремя классами пространств, в символической форме будет представлять собой комплекс из трех групп дескрипторов:

$$\left\{ S^{\xi^X}, \langle \langle S^{\xi^X} \rangle^{\xi^U} \rangle^{\xi^{\tilde{X}}}, \langle \langle S^{\xi^S} \rangle^{\xi^U} \rangle^{\xi^{\tilde{S}}} \right\}.$$

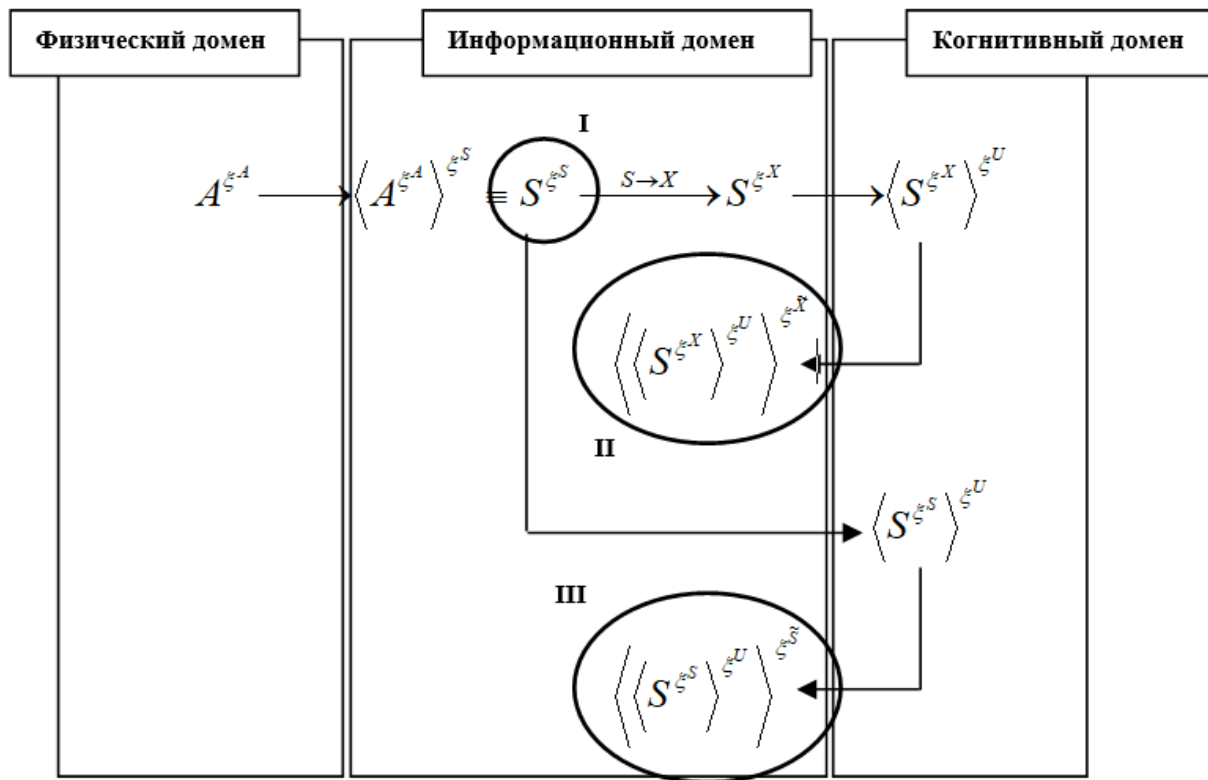


Рис. 1. Три класса звуковых пространств в рамках мультидоменной модели

Тембральные пространства сонификации

Терминологически разделяем понятия тембрального и звукового пространств для реализации предлагаемых методов сонификации.

Звуковые пространства (AFT, sAFT и PhG) описывают звуковые объекты в известных терминах и в совокупности могут теоретически описать любой звуковой объект. Тем не менее в вопросах мультипараметрической сонификации значительную важность приобретает выделение конкретных параметров, определяющих тот или иной тембр. Эти параметры, в свою очередь, определяются используемым для сонификации алгоритмом синтеза звука.

Таким образом, размерность тембрального пространства напрямую связана с алгоритмом синтеза звука. Рассматриваемые тембральные пространства являются дискретными и конечномерными. В отличие от «классических» тембральных пространств, описанных в литературе [14, 15], и проектируемых изначально для описания тембров акустических инструментов, тембральные пространства, рассматриваемые в данном исследовании, предназначены для компьютерного синтеза звука. С одной стороны, в такой ситуации имеем дело с существенно большим количеством параметров, с другой стороны, упрощается задача формализации описания тембра, так как он изначально уже формализован в виде совокупности параметров алгоритма синтеза звука. Это позволяет построить тембральное пространство, исходя непосредственно из вектора входных параметров алгоритма синтеза и обработки звука. Звуковой объект, таким образом, будет представлен в виде точки в соответствующем тембральном пространстве.

С позиций системного подхода к построению тембральных пространств необходимо выделить два решения. Первый заключается в генерализации тезаурусов ряда распространенных алгоритмов синтеза звука и построению на их основе обобщенного универсального тембрального пространства. Очевидным положительным моментом является

универсальность обозначенного пространства и теоретическая возможность использования его с различными алгоритмами синтеза звука и сонификации.

В то же время необходимо отметить разнообразие современных алгоритмов синтеза звука, которые, будучи не связанными с конкретными реализациями, оказываются ограниченными только инструментарием программных средств, что, в свою очередь, открывает значительную вариативность в методах синтеза и обработки звука. В связи с этим обстоятельством, сложно представить возможность сведения описания любого тембра синтезированного звукового объекта к единому тезаурусу, к примеру, вариантов алгоритма синтеза на основе частотной модуляции и гранулярного синтеза. В первом случае, параметры имеют в значительной степени абстрактный смысл (частота модуляции, алгоритм коммутации операторов) и относятся в основном к частотному или к частотно-временному домену [16]. Во втором случае, параметры несут стохастический характер и относятся, преимущественно, к временному домену [17]. Оперирование разными внутримодульными масштабами и разными принципами формирования звуковых объектов приводит к сильному ограничению на применение универсальных тембральных пространств, по крайней мере, в абсолютной формулировке.

Альтернативным решением является подход к построению тембральных пространств, исходя непосредственно из алгоритма синтеза звука. В отличие от предыдущих тембральных пространств, которые создавались для акустических инструментов с относительно небольшой вариативностью тембральных качеств, тембральные пространства синтезированного звука будут существенно отличаться. При этом при условии, что алгоритм синтеза известен, имеем представление обо всех параметрах, определяющих формирование того или иного тембра. Исходя из этого положения, можно заключить, что построенные таким образом тембральные пространства дают полную и точную характеристику получаемых тембров.

Обратной стороной такого подхода является то обстоятельство, что каждый новый алгоритм синтеза звука будет порождать новое тембральное пространство. Это ограничивает область применения такого подхода. Однако удачным решением представляется формирование ряда протопространств, являющихся надмножеством над семейством пространств со схожими тезаурусами. Кроме того, при достаточной вариативности тембров в рамках заданного тембрального пространства целесообразно использовать одно и то же выбранное пространство для получения группы различных тембров.

Определим ряд характеристик тембральных пространств, позволяющих установить ряд их важных свойств и взаимоотношений.

Степень принадлежности или подобие пространств. В «классическом» варианте компьютерного синтеза звука формирование любого тембра можно разделить на следующие обобщенные этапы: генерация звуковой основы, манипуляция исходными элементами для формирования основного тембра, дополнительная обработка. Например, в типовой модели субтрактивного синтеза звука первый этап будет включать в себя генераторы волн, второй – их сумму, различные виды модуляции, определяющие генерацию дополнительных компонент спектра и блок фильтров. Финальный этап включает в себя различную обработку – дилэй, ревербератор, хорус/фейзер/фланжер и т.д.

Как правило, дополнительная обработка рассматривается как побочный элемент синтеза звука. Следовательно, при возможности «расслоить» тезаурус тембра на три компоненты:

$$\langle T \rangle^{\xi^T} = \langle T \rangle^{\xi^{T_0}} \cup \langle T \rangle^{\xi^{T_X}} \cup \langle T \rangle^{\xi^{T_F}} = \langle T \rangle^{\xi^{T_0 + \xi^{T_X} + \xi^{T_F}}},$$

где ξ^{T_0} – тезаурус формирования основного тембра; ξ^{T_X} – тезаурус манипуляции элементами тембра; ξ^{T_F} – тезаурус дополнительной обработки, можно установить степень подобия одного тембрального пространства другому и, тем самым, сократить или обобщить описание.

Размерность тембрального пространства определяется количеством параметров тембрального пространства. Отметим, что данная величина может в значительной мере превышать реальное количество параметров, используемых в конкретной реализации алгоритма синтеза. В связи с этим дополнительно целесообразно ввести понятие фактической размерности тембрального пространства, определяемой исходя из количества параметров алгоритма синтеза звука, реально участвующих в формировании тембра.

Под предельным шагом измерения X будем понимать минимальное приращение значения вдоль оси X N -мерного тембрального пространства Ξ_N . Так как существует ограничение вопросами компьютерного синтеза звука, то имеем право утверждать о конечности шага размерности. Кроме того, многие интерфейсы синтезаторов накладывают существенные ограничения на величину шага. В частности, это в ряде случаев обусловлено необходимостью обеспечения совместимости со стандартом MIDI 1.0 [18], который определяет количество значений стандартного 7-битного контроллера как 2^7 и контроллера с расширенным диапазоном значений как 2^{14} .

Кроме шага по различным осям следует учитывать шаг заметности. Формирование звукового тембра в мультипараметрической среде представляет собой сложный и нелинейный процесс, в котором весьма вероятны ситуации, при которых для минимальной заметности изменения тембра требуется шаг, превышающий минимальное разрешение по оси. Это может быть обусловлено как самим алгоритмом синтеза звука, так и психоакустическими факторами.

Шаг заметности в общем случае является нелинейной величиной, зависящей от комбинации других параметров. Например, при относительно низкой частоте среза фильтра нижних частот высокочастотные компоненты будут неяркими, и их изменения не будут четко фиксироваться слухом. В то же время при открытии фильтра те же изменения в высокочастотной области могут вызвать более заметные ощущения.

Еще одной важной характеристикой тембрального пространства будет вес. В общем предельном случае вес W тембрального пространства Ξ_N определяется как:

$$W^{\Xi_N} = \prod_{i=1..N} \Delta_i,$$

где Δ_i – предельный шаг по оси i N -мерного тембрального пространства Ξ_N .

В практической ситуации вес тембрального пространства должен определяться по шагам заметности, однако это усложняет задачу его нахождения из-за нелинейности распределения шагов заметности, так как:

$$\tilde{W}^{\Xi_N} = \prod_{i=1..N} \tilde{\Delta}_i(\alpha_1^{\Xi}, \alpha_2^{\Xi} \dots \alpha_N^{\Xi}),$$

где $\tilde{\Delta}_i$ – шаг заметности по оси i N -мерного тембрального пространства Ξ_N , зависящий от положения в Ξ_N .

Некоторые построения в N -мерном тембральном пространстве Ξ_N

Несмотря на то, что тембр, очевидно, является точкой в N -мерном тембральном пространстве Ξ_N , на практике, с учетом предельного шага и минимального шага заметности, целесообразнее говорить об окрестности S вблизи точки $\chi \in \Xi_N$. Для этой окрестности характерна одинаковость ощущения тембра с точностью до σ .

В этой связи целесообразно под понятием «тембр» понимать данную окрестность S , а под реализацией тембра – точку χ из этой окрестности S .

В практике синтеза звука, как правило, имеют место нестационарные звуковые объекты, при формировании которых параметры алгоритма синтеза подвергаются различным модуляциям. Таким образом, более общий случай существования звукового объекта как элемента тембрального пространства следует описывать траекторией движения внутри тембрального пространства Ξ_N (рис. 2).

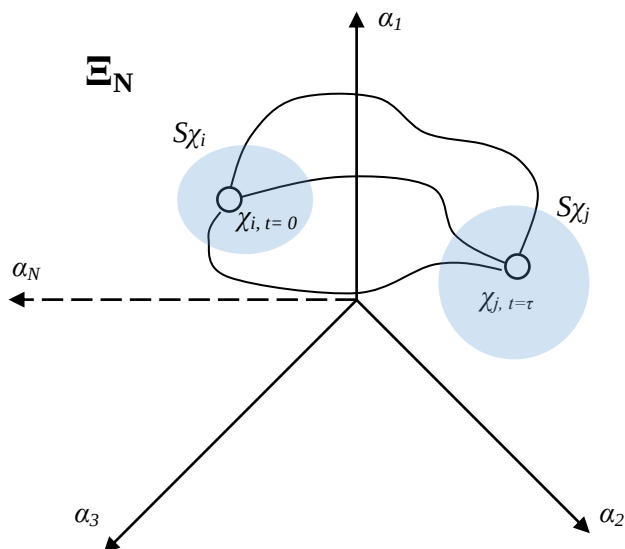


Рис. 2. Несколько траекторий формирования тембра в N-мерном тембральном пространстве Ξ_N

Предложенные авторами звуковое и тембральное пространства позволяют дать описание звуковых объектов, используемых в системах сонификации с большим количеством элементов. Совокупность приведенных построений в тембральном пространстве Ξ_N указывает на необходимость введение метрики M^N с учетом разделения тембров, что будет выполнено в дальнейших исследованиях. Это позволит установить реальный потенциал исследуемого тембрального пространства и определить предпочтительное размещение тембров внутри данного пространства с учетом перцепционного разделения тембров, что, в свою очередь, является важнейшим аспектом при отображении киберфизических моделей на звуковое и тембральное пространства.

Литература

1. Kramer G. An Introduction to Auditory Display. In G. Kramer (Ed.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces. Reading, MA: Addison Wesley. 1994. Pp. 1–78.
2. Barrass S.A. Perceptual Framework for the Auditory Display of Scientific Data // ACM Transactions on Applied Perception. 1994. № 2 (4). Pp. 389–402.
3. Edworthy J. Does sound help us to work better with machines? A commentary on Rautenberg's paper 'About the importance of auditory alarms during the operation of a plant simulator' // Interacting with Computers. 1998. 10. Pp. 401–409.
4. Herman T., Hunt A. The Sonification Handbook. Logos Verlag. 2011. 584 p.
5. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Королев О.А. Информационно-управляющие системы водного транспорта в период четвертой индустриальной революции // Транспорт: наука, техника, управление. 2017. № 8. С. 3–12.
6. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Синягов С.А. Кибер-физические системы как основа цифровой экономики // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Vol. 4. № 2. Pp. 18–25.

7. Sotnikov A.D., Rogozinsky G.G. The Multi Domain Infocommunication Model as the Basis of an Auditory Interfaces Development for Multimedia Informational Systems // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т.11. № 5. С. 77–82.
8. Сотников А.Д. Принципы анализа прикладной области в инфокоммуникационных системах здравоохранения // Труды учебных заведений связи. 2004. № 171. С. 174–183.
9. Рогозинский Г.Г. Комашинский В.И. Модифицированная доменная модель мультисенсорного мониторинга киберфизических систем // Моринтех. 2017. Т. 38. № 4. Ч. 3.
10. Рогозинский Г.Г., Мультидоменный подход и модели объектов киберфизического пространства в задачах отображения информации // Труды учебных заведений связи. 2017. Т. 3. № 4. С. 88–93.
11. Рогозинский Г.Г. Три класса звуковых пространств для проектирования систем сонификации // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т.12. № 1. С. 59–64.
12. Schaeffer P. In Search of a Concrete Music. CA: UC Press, 2012.
13. Динов В.Г. Звуковая картина. Записки о звукорежиссуре. СПб.: Геликон Пресс, 2007.
14. Wessel D. Timbre Space as a Musical Control Structure // Computer Music Journal. 1979.
15. Алдошина И.А., Приттс Р. Музыкальная акустика. 3.9. Тембр. СПб.: Композитор, 2006.
16. Roads C. The Computer Music Tutorial. Cambridge, MA. MIT Press, 1996. 1256 pp.
17. Roads C. Microsound. Cambridge, MA. MIT Press, 2004. 424 pp.
18. Протокол MIDI 1.0. URL: <https://www.midi.org/specifications/item/the-midi-1-0-specification> (дата обращения: 18.03.2018).

References

1. Kramer G. An Introduction to Auditory Display. In G. Kramer (Ed.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces. Reading, MA: Addison Wesley. 1994. Pp. 1–78.
2. Barrass S.A. Perceptual Framework for the Auditory Display of Scientific Data // ACM Transactions on Applied Perception. 1994. № 2 (4). Pp. 389–402.
3. Edworthy J. Does sound help us to work better with machines? A commentary on Rautenberg's paper 'About the importance of auditory alarms during the operation of a plant simulator' // Interacting with Computers. 1998. 10. Pp. 401–409.
4. Herman T., Hunt A. The Sonification Handbook. Logos Verlag. 2011. 584 p.
5. Malygin I.G., Komashinskij V.I., Korolev O.A. Informacionno-upravlyayushchie sistemy vodnogo transporta v period chetvertoj industrial'noj revolyucii // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. 2017. № 8. S. 3–12.
6. Kupriyanovskij V.P., Namiot D.E., Sinyagov S.A. Kiber-fizicheskie sistemy kak osnova cifrovoj ehkonomiki // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Vol. 4. № 2. Pp. 18–25.
7. Sotnikov A.D., Rogozinsky G.G. The Multi Domain Infocommunication Model as the Basis of an Auditory Interfaces Development for Multimedia Informational Systems. T-Comm: Telekommunikacii i transport. 2017. Т.11. № 5. С. 77–82.
8. Sotnikov A.D. Principy analiza prikladnoj oblasti v infokommunikacionnyh sistemah zdavoohraneniya // Trudy uchebnyh zavedenij svyazi. 2004. № 171. S. 174–183.
9. Rogozinskij G.G., Komashinskij V.I. Modificirovannaya domennaya model' mul'tisensornogo monitoringa kiberfizicheskikh sistem // Morintekh. 2017. Т. 38. № 4. Ch. 3.
10. Rogozinskij G.G. Mul'tidomennyj podhod i modeli ob"ektov kiberfizicheskogo prostranstva v zadachah otobrazheniya informacii // Trudy uchebnyh zavedenij svyazi. 2017. Т. 3. № 4. S. 88–93.
11. Rogozinskij G.G. Tri klassa zvukovyh prostranstv dlya proektirovaniya sistem sonifikacii // T-Comm: Telekommunikacii i transport. 2018. Т.12. № 1. С. 59–64.

12. Schaeffer P. In Search of a Concrete Music. CA: UC Press, 2012.
13. Dinov V.G. Zvukovaya kartina. Zapiski o zvukorezhissure. SPb.: Gelikon Press, 2007.
14. Wessel D. Timbre Space as a Musical Control Structure // Computer Music Journal. 1979.
15. Aldoshina I.A., Pritts R. Muzykal'naya akustika. 3.9. Tembr. SPb.: Kompozitor, 2006.
16. Roads C. The Computer Music Tutorial. Cambridge, MA. MIT Press, 1996. 1256 pp.
17. Roads C. Microsound. Cambridge, MA. MIT Press, 2004. 424 pp.
18. Protokol MIDI 1.0. URL: <https://www.midi.org/specifications/item/the-midi-1-0-specification> (data obrashcheniya: 18.03.2018).

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Д.Г. Зыбин, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Калач, доктор химических наук, профессор;

С.А. Бокадаров, кандидат технических наук.

Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний

Рассмотрены различные варианты использования систем поддержки принятия управленческих решений в условиях минимизации ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций по различным направлениям деятельности.

Ключевые слова: управленческое решение, система поддержки принятия решения, чрезвычайная ситуация, национальная безопасность, моделирование

REVIEW OF MODERN SYSTEMS OF SUPPORT OF MAKING MANAGERIAL DECISIONS IN CONDITIONS OF EMERGENCIES

D.G. Zybin; A.V. Kalach; S.A. Bokadarov.

Voronezh institute of the Russian Federal penitentiary service

Different variants of using the systems of support for making managerial decisions in the context of minimizing damage in the event of emergencies in various areas of activity are considered.

Keywords: management decision, decision support system, emergency situation, national security, modeling

Проблема обеспечения национальной безопасности страны как в целом, так и отдельной личности, является на сегодняшний день одним из наиболее важных вопросов, стоящим перед Российской Федерацией. Обеспечение безопасности связано с несколькими аспектами: политическими, экономическими, экологическими, правовыми и др.

МЧС России в настоящий момент играет важную роль в решении задач по обеспечению национальной безопасности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Эффективность осуществляемых мероприятий по управлению, координации, контролю и реагированию в направлении безопасности жизнедеятельности населения напрямую зависит от своевременного принятия грамотного управленческого решения, влияющего на минимизацию последствий ситуации и процесс ее ликвидации.

Процедура принятия управленческих решений в любой сфере деятельности основана на выборе необходимых данных и их обработке. Только обобщенный анализ факторов, характеризующих исследуемую область, дает возможность принять обоснованное решение. В результате принятые решения реализуются в виде оценок ЧС, планов, проектов и т.д. Процесс принятия решений основывается на анализе с использованием системного подхода экспертной методологии и современных экономико-математических и статистических методов обработки данных, выступающем в роли научно обоснованной методологии.

Основополагающими являются практический опыт принятия решений и накопление сведений о возникших ранее ЧС и оперативных способах их ликвидации.

Учитывая современный уровень развития информационных технологий, процесс аккумулирования навыков и их дальнейшая адаптация к различным обстоятельствам,

представлены в виде систем искусственного интеллекта, реализованных в виде экспертных систем и систем поддержки принятия решений, предназначенных преимущественно для разрешения задач классифицирования, ранжирования, синтеза и комплексных задач.

Экспертные системы определены в виде программ ЭВМ, которые моделируют этапы решения поставленных задач в предметных областях экспертом (человеком) на основании имеющихся знаний.

Система поддержки принятия решений представляет собой систему, которая помогает пользователю решать сложные повседневные профессиональные задачи с использованием информационных архивов данных, автоматически предлагая и рекомендуя альтернативные пути решения возникших вопросов.

Нередко именно принятое вовремя грамотное управленческое решение во многом определяет благоприятный исход ликвидации ЧС, а не наличие сил и средств. Также система поддержки принятия решений дает возможность решать вопросы лимитированных ресурсов, недостаточного информирования и многозадачности.

Выбор оптимального решения сопровождается работой многочисленного коллектива и традиционно является многостадийным: первоначальный анализ обстановки, объективная оценка ситуации, определение приоритетных направлений, формирование возможных путей разрешения сложившейся обстановки и наиболее значимых внешних факторов, выбор конкретного направления решения и анализ последствий в результате его реализации.

Также систему поддержки принятия решений можно представить в виде комплекса математических моделей и методов, связанных общим способом выработки вариантов управленческих решений, прогнозирования последствий их реализации, а также доказательного подтверждения осуществленного выбора приоритетного решения.

Ориентируясь на увеличение сложности общественно-финансовых систем, можно заметить, что результативность способов повышения эффективности осуществляемых мероприятий существенно снизилась, как следствие – появление препятствий в их организации и управлении. В связи с этим пришло понимание, что именно от конкретного управленческого решения зависит конечное состояние системы, которое может компенсировать имеющиеся недостатки, в том числе и материальную составляющую, что актуализирует использование систем поддержки принятия решений.

Непрерывный рост конкуренции в различных областях деятельности привел к тому, что время принятия решений существенно сократилось, как следствие – качество принятого решения стало основополагающим критерием.

Процесс принятия решения – процедура, нацеленная на выбор оптимального варианта осуществления мероприятий. Сложность заключается в том, что поиск верного варианта зависит от ряда критериев, оказывающих влияние на исходный результат. Постоянный сбор и анализ информации поэтапно приводят к уменьшению количества альтернативных решений и в дальнейшем к завершающему этапу выбора конечного варианта.

В процессе принятия решения можно выделить основные этапы:

– предварительный анализ возникшей ситуации – постановка цели, уровни рассмотрения вопроса, общая структура системы, типы связей компонентов системы, условия взаимодействия подсистем, ресурсы и т.д.;

– постановка конкретной задачи – поиск основных критериев;

– получение и анализ исходных данных;

– решение поставленной задачи;

– получение конечного результата.

Методы, используемые в системе поддержки принятия решений:

1) метод анализа иерархий, включающий в себя:

– формирование множества альтернатив;

– выработка множества характеристик для формирования иерархии альтернативных вариантов;

- обнаружение приоритетов специалистов на множестве альтернатив по разнообразным параметрам;
- определение относительной значимости воздействия параметров на цель выбора и другие параметры;
- классифицирование комплексов альтернативных вариантов по различным направлениям;

2) метод Парето;

3) метод кусочно-линейной аппроксимации.

В настоящее время системы поддержки принятия управленческих решений рассмотрены в трудах специалистов разных областей.

В работе [1] рассмотрено применение прецедентного подхода в условиях организации мероприятий по предотвращению возникновения и ликвидации последствий ЧС. Оценивая эффективность существующих методов, метод рассуждения по прецедентам можно сказать является одним из перспективных в реализации систем поддержки принятия управленческих решений в различных направлениях деятельности и воплощением метода интеллектуального анализа данных.

Суть метода в возможности поиска ситуации, подобной сложившейся, и применения ранее принятого решения к сложившимся обстоятельствам. Все сведения о сложившейся обстановке представляются в виде примеров на основе фреймов согласно разработанной информационной модели ЧС.

В процессе формирования системы поддержки принятия решений, с использованием прецедентного подхода основополагающим моментом является возможность адаптации модели прецедента к аналогичным ситуациям и принятым решениям по определению алгоритмов их реализации.

Структура системы поддержки принятия решений, основанной на прецедентном подходе (рис. 1), состоит из следующих элементов:

- блока информационного обеспечения, который открывает доступ к базам данных (БД) системы с характеристиками опасных объектов, сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также к прецедентным базам знаний (БЗ) и динамики ЧС;

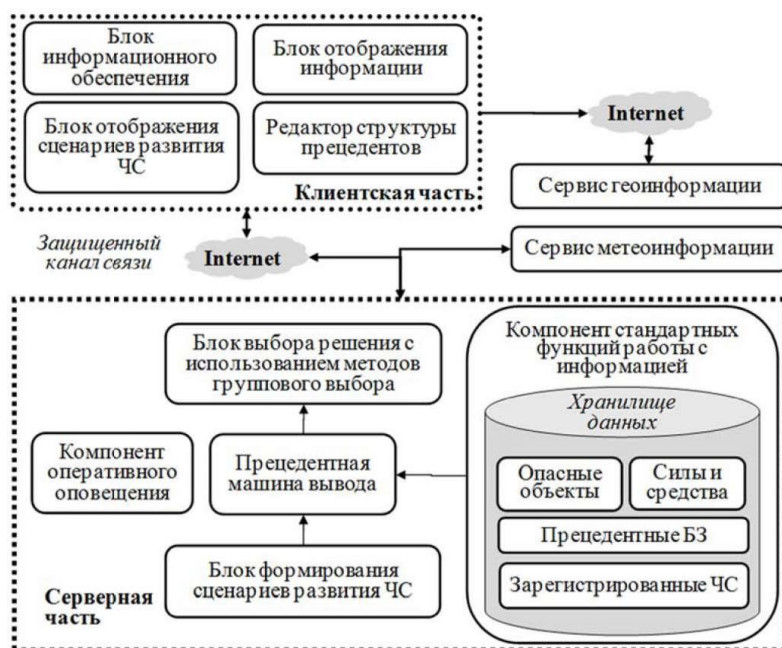


Рис. 1. Структура системы поддержки принятия решений [1]

- прецедентного компонента для распознавания сложившейся ЧС по результатам данных, полученных в виде прецедента, и обнаружения аналогичных образов из библиотеки;
- компонента группового предпочтения, интегрирующего субъективные мнения и формирующего на их основе единое отношение;
- компонента сценарного моделирования, выполняющего моделирование возможных состояний объекта исследования, основываясь на анализе данных о сложившейся обстановке – блока формирования сценариев и блока отображения сценариев развития ЧС;
- блока отображения информации, обеспечивающего визуализацию информации об опасных объектах на контролируемой территории, доступных силах и средствах, поражающих факторах с использованием геоинформационных технологий;
- компонента оперативного оповещения, осуществляющего информирование подразделений и их руководство о динамике развития ЧС с помощью СМС и e-mail.

Прецедентный метод описывает сложившуюся обстановку как систему «Проблема – Решение»:

$$Case = \{Problem, Decision\},$$

где $Case$ – описание прецедента.

В данном случае модель формируется из условий поставленной задачи.

Если предметная область описана как совокупность объектов, в виде множества $\{a_s\}_s$, где s – индекс объекта, тогда модель прецедента для решения задачи z_q выражается как:

$$Case(z_q) = (Problem = \{a_{qs}\}, Decision = \{a_{qs}\}),$$

где элементы прецедента определяются пользователем аналитиком; S_p – число объектов, описывающих проблему; S_d – число объектов, описывающих решение.

Представим ЧС в виде кортежа:

$$c = (WD, PS, FR, PR, EF),$$

где WD – метеорологические данные; PS – параметры, характеризующие состояние ЧС; ER – силы и средства, применимые для ликвидации ЧС; PR – меры, применимые по защите населения и территорий; EF – возможные последствия ЧС.

Задачи анализа ЧС, то есть анализа причин (задача z_{q1}), последствий (задача z_{q2}), сценариев (задача z_{q3}) и др., определяют следующие варианты моделей прецедентов:

$$Case^{q1} = (Problem = (PS), Decision = (FR));$$

$$Case^{q2} = (Problem = (PS), Decision = (PR));$$

$$Case^{q3} = (Problem = (WD, PS), Decision = (EF)) \text{ и др.}$$

Особенность данного подхода к формированию системы поддержки принятия управленческих решений состоит в наличии адаптируемого прецедента и комплексном использовании различных методов моделирования ЧС: методов группового принятия решений, прецедентного подхода и метода сценарного моделирования, что, в свою очередь, расширяет функционал системы и делает ее универсальной.

Масштабное использование этого метода ограничивается лимитированным объемом программных продуктов в этом направлении.

В случае выбора оптимального варианта принятия решения в условиях проведения работ по обнаружению людей под завалами, для снижения времени их обнаружения в работе А.В. Мокшанцева, И.М. Тетерина, Н.Г. Топольского [2] представлены методы поддержки принятия управленческих решений, позволяющих снизить вероятность гибели пострадавших.

В конкретном случае основной управленческой задачей является организация хронологии мероприятий спасателей при передвижении в момент осуществления аварийно-

спасательных работ. С целью выявления оптимального маршрута передвижения и анализа завалов спасателями разработана графовая модель. При составлении маршрута обследования n завалов нужно найти оптимальный из $(n-1)!$ вариантов по времени или протяженности маршрута.

Разработанная графовая модель выявления наилучшего пути исследования завалов спасателями представлена в виде двух методов: а) метода ветвей и границ; б) венгерского метода.

При условии, что одной группе спасателей нужно осуществить поиск людей на n завалах, с учетом того, что их территориальное взаиморасположение может быть задано ориентированным графом следующего вида с взвешенными дугами:

$$G=(X, Y); X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}; Y=\{y_{ij}\}; i, j \in \{1, 2, \dots, n\},$$

где X – множество вершин (вероятные завалы); Y – множество дуг (отрезки предполагаемых маршрутов y_{ij} спасателей от i одного завала к j другому); $P(y_{ij})$ – вес дуги y_{ij} графа G (время или расстояние прохождения предполагаемого маршрута y_{ij}).

С целью поиска потерпевших на шести завалах ($n=6$) на рис. 2 представлен пример графа G .

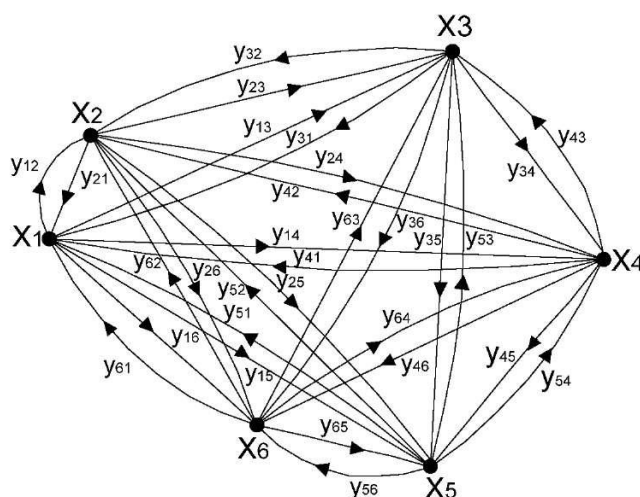


Рис. 2. Граф $G=(X,Y)$ [2]

Допустим, что заданы определенные веса ребер для графа G : $p_{12}=10$; $p_{13}=12$; $p_{14}=9$; $p_{15}=19$; $p_{16}=13$; $p_{21}=7$; $p_{23}=8$; $p_{24}=2$; $p_{25}=26$; $p_{26}=5$; $p_{32}=21$; $p_{31}=13$; $p_{34}=17$; $p_{35}=4$; $p_{36}=2$; $p_{41}=3$; $p_{42}=18$; $p_{43}=16$; $p_{45}=14$; $p_{46}=12$; $p_{51}=31$; $p_{52}=11$; $p_{53}=23$; $p_{54}=18$; $p_{56}=6$; $p_{61}=4$; $p_{62}=30$; $p_{63}=7$; $p_{64}=9$; $p_{65}=8$.

Для графа G выберем произвольный маршрут $Y_0=(y_{12}, y_{23}, y_{34}, y_{45}, y_{56}, y_{61})$.

Тогда, общий вес маршрута графа определяется как суммарный вес всех дуг маршрута Y_0 :

$$L(Y_0)=p_{12}+p_{23}+p_{34}+p_{45}+p_{56}+p_{61}=10+8+17+14+6+4=59.$$

Для определения маршрута Y_1^* обследования завалов в количестве шести штук с наименьшим суммарным весом $L(Y_1^*)$ используем метод ветвей и границ:

$$Y_1^*=(y_{41}, y_{13}, y_{36}, y_{65}, y_{52}, y_{24}),$$

$$L(Y_1^*)=p_{41}+p_{13}+p_{36}+p_{65}+p_{52}+p_{24}=3+12+2+8+11+2=38.$$

На рис. 3 изображен путь передвижения спасателей между n завалами, который соответствует Y_1^* .

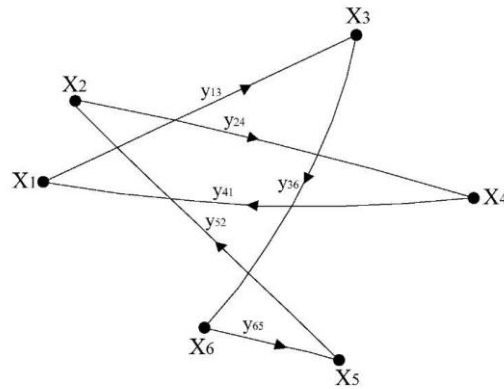


Рис. 3. Порядок передвижения спасателей между завалами [2]

В результате вес $L(Y_1^*)$ маршрута $L(Y_1^*)$ снизился по сравнению с весом $L(Y_0)$ произвольного маршрута $L(Y_0)$ практически в 1,5 раза.

Использование метода ветвей и границ дает возможность при осуществлении поиска оптимального маршрута передвижения спасателей в момент обследования завалов использовать только одну группу.

Использование венгерского метода дает возможность выявления оптимального маршрута несколькими группами спасателей. В процессе работы двух спасательных групп при обследовании шести завалов венгерский метод позволяет определить два оптимальных маршрута Y_2^* :

$$Y_2^1 = (y_{12}, y_{24}, y_{41}), Y_2^2 = (y_{35}, y_{56}, y_{63}), Y_2^* = (y_{12}, y_{24}, y_{35}, y_{41}, y_{56}, y_{63});$$

$$L(Y_2^1) = p_{12} + p_{24} + p_{41} = 10 + 2 + 3 = 15, L(Y_2^2) = p_{35} + p_{56} + p_{63} = 4 + 6 + 7 = 17;$$

$$L(Y_2^*) = L(Y_2^1) + L(Y_2^2) = 15 + 17 = 32.$$

На рис. 4 изображен порядок перемещения спасательных групп между n завалами.

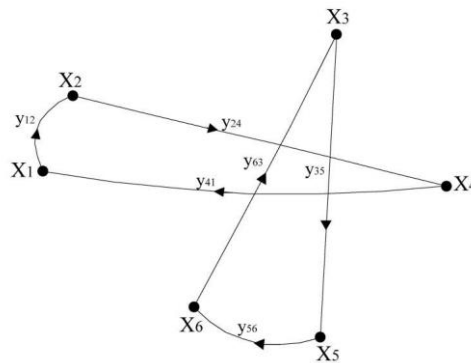


Рис. 4. Хронология передвижения групп спасателей [2]

В итоге суммарный вес обоих маршрутов $L(Y_2^*)$ снизился более чем в 1,8 раза по сравнению с маршрутом, взятым произвольно $L(Y_0) = 59$, что доказывает эффективность рассматриваемого подхода.

С целью поддержки принятия решений по выявлению оптимального маршрута передвижения спасателей при обследовании завалов и определению количества спасательных групп, поиска пострадавших применены модели, представленные на рис. 5.

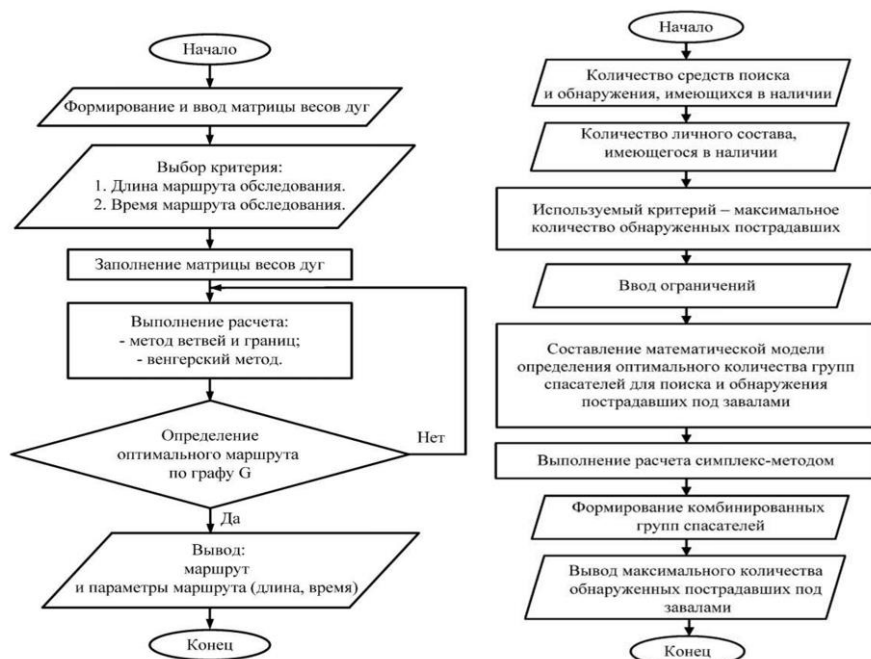


Рис. 5. Блок-схемы алгоритма определения оптимального маршрута обследования завалов спасателями и алгоритма определения оптимального количества групп спасателей для поиска и обнаружения пострадавших под завалами [2]

В случае возникновения ЧС, связанной с аварией воздушного судна в полете, для принятия решения экипажем В.В. Лукасовым, Н.В. Никушкиным [3] применяется методика на основе вероятностного метода.

Все возможные причины инцидентов, происходящих с летательными аппаратами, связаны с участием человека или оборудования.

При аварийной ситуации в полете допустимы следующие варианты развития событий:

- выявление одного или нескольких свойств, дающих абсолютное понимание обстановки на борту с указанием конкретной неисправности оборудования;
- выявление одного или нескольких свойств, согласно которым сложно конкретизировать поломку или отказ. В данном случае нельзя сформулировать верное решение, тем более, что любая манипуляция приведет к ухудшению обстановки.

Наиболее часто встречающимися и опасными ЧС являются происшествия с возникновением сложности определения причин неисправности.

При осуществлении принятия решения пилотом воздушного судна используется метод Байеса, предоставляющий возможность обрабатывать, взаимосвязывать и получать конечный результат, имея большое количество переменных.

Для использования этого метода целесообразно найти независимые случайные величины, их закономерные повторения в количественном виде, на основании статистики и по формуле Байеса определить вероятность возникновения определенной ЧС:

$$P\left(\frac{S_i}{k_j}\right) = P(S_i) \frac{P\left(\frac{k_j}{S_i}\right)}{P(k_j)},$$

где $P(S_i)$ – вероятность появления состояния S_i , которая может быть рассчитана по имеющимся статистическим данным; $P(k_j/S_i)$ – вероятность проявления конкретного признака аварийного состояния k_j у объектов, находящихся в состоянии S_i ;

$P(k_j)$ – вероятность появления признака аварийного состояния k_j на всех объектах независимо от состояния объекта.

Обобщенная формула Байеса может применяться в случае, когда исследование объектов защиты проводится согласно комплексу признаков K , состоящему из признаков $k_1, k_2, \dots, k_n$. Причем, каждый из признаков k_j имеет τ_j разрядов $(k_{j1}, k_{j2}, \dots, k_{js}, \dots, k_{j\tau_j})$.

Результатом исследования объекта является следующая реализация признака:

$$K_j^* = k_j$$

и, в конечном счете, всего комплекса признаков K^* (где, индекс $*$ означает конкретную реализацию признака).

При этом формула Байеса для комплекса признаков принимает следующий вид:

$$P\left(S_i/K^*\right) = \frac{P(S_i)P(K^*/S_i)}{P(K^*)}, (i = 1, 2, \dots, n),$$

где $P(S_i/K^*)$ – вероятность диагноза S_i после получения требуемых результатов по обследованию комплекса признаков K ; $P(S_i)$ – вероятность появления состояния S_i (согласно статистике).

Вероятность проявления комплекса признаков K^* может быть рассчитана по следующему выражению:

$$P(K^*) = \sum_{S=1}^n P(S_c) P(K^*/S_c),$$

где S_c – сочетание неисправных состояний рассматриваемого объекта.

Таким образом, обобщенная формула Байеса для комплекса признаков объекта выглядит следующим образом:

$$P\left(S_i/K^*\right) = \frac{P(S_i)P(K^*/S_i)}{\sum_{S=1}^n P(S_c)P(K^*/S_c)},$$

$$\sum_{i=1}^n P(S_i/K^*) = 1,$$

таким образом, возможна реализация одного события, а двух событий – невозможна.

Пилоты будут осведомлены о причинах неисправности и отказа, что даст возможность принять решение о дальнейших действиях в зависимости от сложившейся обстановки: прекратить или продолжить полет, изменить режим полета или экстренно посадить самолет. С учетом имеющихся расчетов возникновения отказов систем воздушного судна, необходимо составить программу по их определению и установить на бортовой компьютер. В этом случае командир будет информирован о состоянии системы, что при принятии правильного решения максимально снизит риск возникновения аварии.

Принятие управленческого решения при распределении денежного капитала на основе построения дерева решений рассмотрено А.С. Кобылинским и Р.И. Баженовым [4] с использованием программного продукта PrecisionTree 7.

Рассматривается вопрос замены старого оборудования новым или его ремонта. Принятие решения зависит от спроса на продукцию, производимую на новом оборудовании.

Решение поставленной задачи включает в себя: решение в настоящем времени и перспективное решение спустя год о необходимости ремонта или замены технологического оборудования.

На рис. 6 представлено дерево решений с «решающими» и «случайными», вершинами.

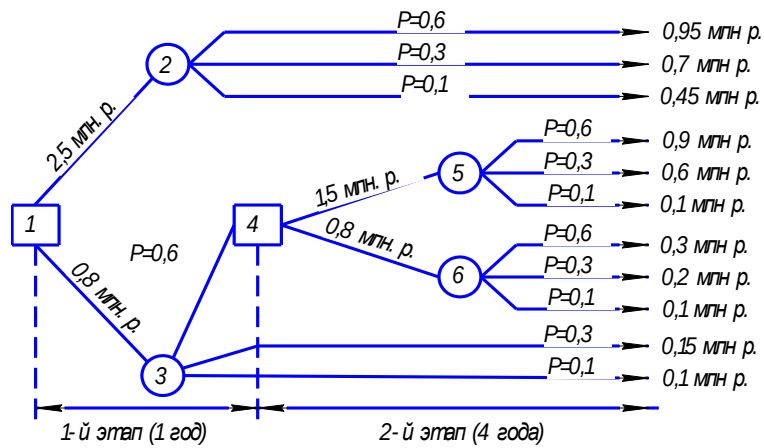


Рис. 6. Пример дерева решений при распределении денежного капитала [4]

Вершина 1 является «решающей», а 2 и 3 – «случайные». Организация будет расценивать вероятность эксплуатации новейшего оснащения либо очередного ремонта имеющегося, если в течение года спрос вырастет в значительной степени. Следовательно, решение о неполной смене устаревшего оснащения или ремонте существующего принимается в вершине 4. Вершины 5 и 6 являются «случайными».

Поиск оптимальной стратегии организации в замене оборудования осуществляется с помощью построения дерева с множеством решений.

После процедуры полного построения (рис. 7), рассматривая построенное дерево, определиться с решением становится легче – полная замена оборудования оптимальна, исходя из анализа вершин дерева при высоком спросе.

Использование методов математического моделирования, которые дают возможность практического использования комплекса накопленных знаний специалистов и критериев, характеризующих ЧС, является действенным методом увеличения результативности принятого решения, а также сокращения времени его принятия и снижения затрат на ликвидацию последствий ЧС [5, 6].

Вопрос обеспечения безопасности в учреждении рассмотрен коллективом авторов в работе [5] на примере колонии-поселения, расположенной в зоне прудов, представляющих угрозу возникновения ЧС в результате подтопления в период таяния снежного покрова. Задачу управления рассматривали с использованием теории массового обслуживания при решении эвакуации осужденного населения численностью 610 человек в случае возможного подтопления. При моделировании действий сотрудников колонии были приняты следующие допущения.

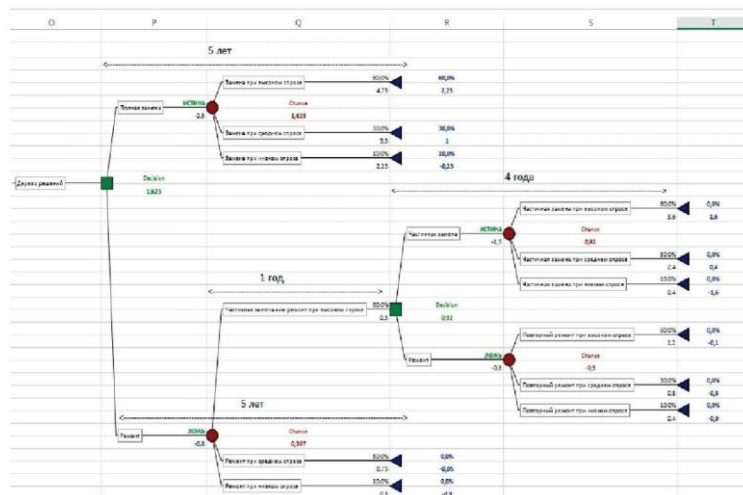


Рис. 7. Дерево с множеством решений [4]

Сотрудники учреждения Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН) России, участвующие в ликвидации последствий чрезвычайного обстоятельства в колонии-поселения № 10 протяженностью L , представляют систему массового обслуживания учреждения, которая может пребывать в четырех состояниях: S_0 – в учреждении ФСИН России чрезвычайных обстоятельств нет; S_1 – в учреждении ФСИН России произошло чрезвычайное обстоятельство (например, групповые неповиновения и массовые беспорядки); S_2 – побег из-под охраны в учреждении ФСИН России; S_3 – захват и удержание лиц в качестве заложников в учреждении ФСИН России.

При этом частоты λ_1 , λ_2 , и λ_3 определяли согласно статистике для конкретного учреждения ФСИН России. Скорости μ_1 , μ_2 и μ_3 оценивали по следующему выражению:

$$\mu_i = \left(t_{oi} + \frac{L}{V} + t_i + t_{bi} \right)^{-1}, i \in 1, 3,$$

где t_{oi} – время обнаружения i ЧС криминального характера; V – средняя скорость движения сотрудников учреждения ФСИН России от места базирования к месту ЧС; t_i – время ликвидации i ЧС; t_{bi} – время восстановления готовности сотрудников учреждения ФСИН России после i ЧС.

Времена t_{oi} , t_i , t_{bi} и скорость V определяли статистически для каждого конкретного условий.

В рамках общепринятых допущений для установившихся процессов соответствует следующая система численных линейных алгебраических уравнений.

$$0 = -0,5 L (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) p_0 + \mu_1 p_1 + \mu_2 p_2 + \mu_3 p_3; \quad (1)$$

$$0 = 0,5 L \lambda_1 p_0 - \mu_1 p_1; \quad (2)$$

$$0 = 0,5 L \lambda_2 p_0 - \mu_2 p_2; \quad (3)$$

$$0 = 0,5 L \lambda_3 p_0 - \mu_3 p_3, \quad (4)$$

где $\{p_i\}$ – вероятности состояний $\{S_i\}$, причем $p_1 + p_2 + p_3 = 1$.

Решение системы уравнений (1–4) позволяет найти вероятности состояний системы массового обслуживания сотрудниками колонии-поселения № 10 УФСИН России по Воронежской области:

$$p_i = 0,5 \lambda_i L \left(t_{oi} + \frac{L}{V} + t_i + t_{bi} \right) p_0, i \in 1, 3; \quad (5)$$

$$p_0^{-1} = 1 + 0,5 L \left[\lambda_1 \left(t_{o1} + \frac{L}{V} + t_1 + t_{b1} \right) + \lambda_2 \left(t_{o2} + \frac{L}{V} + t_2 + t_{b2} \right) + \lambda_3 \left(t_{o3} + \frac{L}{V} + t_3 + t_{b3} \right) \right]. \quad (6)$$

Принципиально важным для данной системы массового обслуживания сотрудниками ФСИН России в исправительном учреждении является оперативное реагирование на возникновение чрезвычайного обстоятельства, определяемое вероятностью $p_0 > 0,999$. Выражения (5) и (6) позволяют решать задачи анализа и синтеза системы массового обслуживания сотрудниками учреждений ФСИН России.

В первом случае, зная общую протяженность учреждения, число обслуживающих его сотрудников, частоты λ_1 , λ_2 , λ_3 и скорости μ_1 , μ_2 , μ_3 для каждого сотрудника учреждения ФСИН России определяют длину участка L зоны чрезвычайного обстоятельства и по формуле (6) находят вероятность p_0 , после чего проверяют выполнение условия. При решении задачи синтеза по известным величинам λ_1 , λ_2 , λ_3 , μ_1 , μ_2 , μ_3 , и заданной вероятности p_0 находят максимальную протяженность участка зоны ЧС сотрудниками ФСИН России в колонии-поселения № 10:

$$0 = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) L^2 + V [\lambda_1 (t_{o1} + t_1 + t_{b1}) + \lambda_2 (t_{o2} + t_2 + t_{b2}) + \lambda_3 (t_{o3} + t_3 + t_{b3})] L - 2V(p_0^{-1} - 1);$$

$$L = \frac{\sqrt{b^2 + 8V(p_0^{-1} - 1)(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)} - b}{2(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)},$$

где $b = V[\lambda_1(t_{01} + t_1 + t_{e1}) + \lambda_2(t_{02} + t_2 + t_{e2}) + \lambda_3(t_{03} + t_3 + t_{e3})]$.

Таким образом, использование полученной модели действий сотрудников ФСИН России позволит эффективно решать задачи управления и поддержки принятия решений при ликвидации последствий чрезвычайного обстоятельства в учреждениях уголовно-исполнительной системы, оценить достаточность сотрудников учреждения ФСИН России для обеспечения реагирования на ЧС и рассчитать рациональную протяженность участка зоны ЧС, закрепленную за конкретным сотрудником.

Проведенный анализ систем принятия управленческих решений в различных ситуациях с целью оперативного управления и минимизации негативных последствий показал целесообразность их использования и выбора конкретного подхода в зависимости от сложившейся обстановки.

Литература

1. Система поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации техногенных ЧС на основе прецедентного подхода / А.Ф. Берман [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 5 (51).
2. Мокшанцев А.В., Тетерин И.М., Топольский Н.Г. Модели, методы и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений при поиске и обнаружении пострадавших под завалами, образующимися в результате чрезвычайных ситуаций, аварий, пожаров и взрывов // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 5 (51).
3. Лукасов В.В., Никушкин Н.В. Решение задачи по поддержке принятия решения экипажем воздушного судна в полете при возникновении аварийной ситуации // Вестн. Сибир. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева. 2011. № 4 (37). С. 139–142.
4. Кобылинский А.С., Баженов Р.И. Поддержка принятия решений с помощью построения дерева решений в программе Precisionthree 7 // Постулат. 2016. № 11 (13).
5. Арифиллин Е.З., Калач А.В., Зыбин Д.Г. Моделирование действий и оптимизация численности сотрудников учреждения ФСИН России при возникновении чрезвычайной ситуации // Вестн. Воронеж. ин-та ФСИН России. 2018. № 2.
6. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд. перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. 167 с.

References

1. Sistema podderzhki prinyatiya reshenij po preduprezhdeniyu i likvidacii tekhnogennyh CHS na osnove precedentnogo podhoda / A.F. Berman [i dr.] // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2013. № 5 (51).
2. Mokshancev A.V., Teterin I.M., Topol'skij N.G. Modeli, metody i algoritmy podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij pri poiske i obnaruzhenii postradavshih pod zavalami, obrazuyushchimisya v rezul'tate chrezvychajnyh situacij, avarij, pozharov i vzryvov // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2013. № 5 (51).
3. Lukasov V.V., Nikushkin N.V. Reshenie zadachi po podderzhke prinyatiya resheniya ehkipazhem vozdushnogo sudna v polete pri vozniknovenii avarijnoj situacii // Vestn. Sibir. gos. aehrokosmich. un-ta im. akad. M.F. Reshetneva. 2011. № 4 (37). S. 139–142.
4. Kobylinskij A.S., Bazhenov R.I. Podderzhka prinyatiya reshenij s pomoshch'yu postroeniya dereva reshenij v programme Precisionthree 7 // Postulat. 2016. № 11 (13).
5. Arifullin E.Z., Kalach A.V., Zybin D.G. Modelirovanie dejstvij i optimizaciya chislennosti sotrudnikov uchrezhdeniya FSIN Rossii pri vozniknovenii chrezvychajnoj situacii // Vestn. Voronezh. in-ta FSIN Rossii. 2018. № 2.
6. Tarancev A.A. Inzhenernye metody teorii massovogo obsluzhivaniya. 2-e izd. pererab. i dop. SPb.: Nauka, 2007. 167 s.

ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ДВУХЭТАЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

И.Б. Елисеев;

**А.В. Фомин, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приведена характеристика моделей прогнозирования динамики пожара, смоделированы показатели динамики распространения опасных факторов пожара двухэтажных вагонов, обоснованы результаты моделирования, полученные показатели динамики распространения позволяют решать задачи по расчету необходимого времени эвакуации людей из двухэтажных вагонов до момента блокирования эвакуационных путей.

Ключевые слова: математическая модель, полевой метод, уравнения развития пожара, показатели динамики распространения опасных факторов пожара, двухэтажный вагон

INDICATORS OF DYNAMICS OF DISTRIBUTION OF HAZARDOUS FACTORS OF FIRE OF TWO-STORAGE PASSENGER WAGONS

I.B. Eliseev; A.V. Fomin.

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

The characteristics of models for forecasting fire dynamics are presented, the dynamics of the spread of dangerous fire factors of two-story cars are modeled, the simulation results are proved, the obtained propagation dynamics parameters allow solving the problems of calculating the necessary time for evacuation of people from two-story cars to the moment of blocking evacuation routes.

Keywords: mathematical model, field method, fire development equations, dynamics of the spread of dangerous fire factors, two-story car

В настоящее время, учитывая большой спрос на услуги ОАО «Российские железные дороги» по всей территории Российской Федерации, исследования в области пожарной безопасности пассажирских вагонов железнодорожного подвижного состава становятся важными. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с пожарами в пассажирских вагонах, потребуется несколько минут, чтобы остановить поезд и начать вынужденную эвакуацию пассажиров. В рамках данной статьи, ориентированной на обеспечение пожарной безопасности, необходимо охарактеризовать и оценить влияние на пассажиров опасных факторов пожара, используя процессы моделирования динамики их распространения и влияния.

Контроль за соблюдением требований пожарной безопасности в пассажирских вагонах нового типа (двухэтажные пассажирские вагоны) имеет решающее значение для обеспечения безопасности пассажиров.

Основные задачи в обеспечении пожарной безопасности двухэтажных вагонов:

1) минимизация вероятности возникновения пожара (в случае возникновения крупного пожара своевременно обнаружить и провести вынужденную эвакуацию пассажиров);

2) оснащение современными первичными средствами пожаротушения;

3) при проектировании вагонов учитывать противопожарные требования к системам обнаружения пожаров и системам управления эвакуацией пассажиров из вагонов.

Формирование новых программных продуктов (FireCat, Pyrosim, Pathfinder), позволит наглядно продемонстрировать динамику распространения опасных факторов пожара (ОФП) в двухэтажных вагонах [1] для организации и управления вынужденной эвакуацией при различных ЧС, связанных с пожарами [2]. С помощью моделирования программных продуктов решается одна из основных проблем – расчет времени блокирования эвакуационных путей. Для моделирования пожаров существуют основные модели, отличающиеся областью применения и степенью детализации воспроизведения процесса: интегральная, зонная, полевая [3].

Применение различных математических моделей эффективнее экспериментов. Проведение натурных испытаний по динамике распространения ОФП из двухэтажных вагонов и вынужденной эвакуации пассажиров требует больших экономических затрат, времени, а также приводит к уничтожению самих вагонов. Кроме того, натурный эксперимент невозможен в случаях, когда могут пострадать люди. Разработанные на сегодняшний день математические модели [3] определяют динамику ОФП и расчетное время блокирования путей эвакуации [4, 5].

Рассмотрим модели свободного развития пожара: интегральную, зонную, полевую [3].

Математическая модель представляет собой формализованное описание системы на некотором абстрактном языке, например, в виде совокупности математических соотношений или схемы алгоритма, то есть такое математическое описание, которое обеспечивает имитацию работы систем на уровне, достаточно близком к их реальному поведению, получаемому при натурных испытаниях систем [6, 7].

Всем известно, что любая модель описывает реальный объект, явление или процесс с высокой точностью приближения к действительности. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и от задач исследования [8, 9].

В табл. 1 подробно рассмотрены существующие модели прогнозирования динамики пожара в зданиях и сооружениях.

Таблица 1. Существующие модели прогнозирования динамики пожара

Характеристики	Модели			
	интегральная	зонная	полевая	пожарно-тактическая
Этапы	Свободное развитие пожара			Все – от возгорания до ликвидации
Что позволяет	Оценить динамику средне-объёмных величин ОФП	Оценить динамику ОФП в зонах конвективной колонки, резервуара дыма и остальном пространстве помещения	Оценить динамику ОФП в каждой точке помещения (в здании, сооружении)	Оценить динамику площади пожара, площади тушения и риск разрушения конструкций от огневого воздействия, определить ранг (номер) вероятного пожара, достаточность ППВ, дать заключение о привлечении необходимых СиС пожарной охраны и рекомендации РТП и администрации объекта
	Определить необходимое время эвакуации людей и риск наступления предельного состояния ограждающих и несущих конструкций			
Исходные данные	Размеры помещения и проёмов, вид и масса пожарной нагрузки	Размеры помещения и проёмов, вид, масса и расположение пожарной нагрузки		Размеры (этажность) здания, сооружения, помещений; категории по ФЗ № 123-ФЗ; пределы огнестойкости ограждающих несущих конструкций; вид и расположение пожарной нагрузки; генплан; источники водоснабжения; электроустановки; технологический процесс;

				выписка из расписания выездов ПСЧ
Достоинства	Большая простота, наличие аналитических выражений	Относительная простота, наличие аналитических выражений	Высокая точность	Относительная простота, наглядность, наличие справочных данных и аналитических выражений
Недостатки	Ограниченная точность и применимость для относительно небольших помещений	Ограниченная точность	Необходимость СПО, ПК и обученного программиста, трудоёмкость в задании граничных условий	Ограниченная точность и учёт только двух ОФП – площади пожара и зоны задымления, субъективизм (многовариантность решений)
Источники информации	1. ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования. 2. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование ОФП в помещении: учеб. пособие. М.: АГПС МВД РФ, 2000	1. Драздейл Д. Введение в динамику пожаров. М.: Стройиздат, 1990. 2. Есин В.М., В.И. Сидорук, В.Н. Токарев. Пожарная профилактика в строительстве: учеб. Ч. 1: Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции. М.: ВИПТШ МВД РФ, 1995	1. Пузач С.В. Методы расчёта тепломассообмена в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности: монография. М.: АГПС МЧС РФ, 2005. 2. Компьютерная программа «Пиросим» и др.	1. Методические рекомендации по составлению планов тушения пожара и карточек тушения пожара (утв. 29 сент. 2010 г. генерал-полковником П.В. Платом). М., 2010. 2. Учебники по пожарной тактике. 3. Справочники РТП и др. справочная литература
	3. Молчадский И.С. Пожар в помещении. М.: ВНИИПО, 2005			

ППВ – противопожарное водоснабжение; СиС – силы и средства; РТП – руководитель тушения пожара; ПСЧ – пожарно-спасательная часть; СПО – специальное программное обеспечение; ПК – персональный компьютер

В целом использование математического моделирования динамики распространения пожара, воздействия пожара конкретно на двухэтажный вагон, поведения людей в случае пожара позволяет повысить качество:

- проектирования пассажирского вагона с целью повышения устойчивости к пожару, способов и средств для безопасной эвакуации пассажиров при пожаре, срабатывания автоматических систем оповещения и управления эвакуацией людей;
- прогнозирования ЧС с целью минимизации рисков человеческих и материальных потерь (в данном случае модель выступает как система поддержки принятия решений);
- подготовки поездной бригады и пассажиров к действиям в ЧС, связанных с возникновением пожара;
- проведения инструктажей действий при пожаре пассажиров перед поездкой;
- работы по выяснению причин возникновения пожара и оценки работы системы обеспечения управления эвакуацией людей и подразделений пожарной охраны.

Согласно анализу данных на сегодняшний день отсутствует методический аппарат по определению времени блокирования ОФП двухэтажных вагонов.

Для того чтобы с помощью разработанной модели двухэтажного вагона исследовать динамику распространения ОФП, а также определить возможную угрозу пассажирам, необходимо рассмотреть самый наихудший сценарий пожара и соответствующие им результаты моделирования.

В зонах горения и теплового воздействия зафиксированы слои (поперечные сечения) полей температур. Расчётное время, взятое за основу при моделировании данных процессов, составляет 300 сек. (5 мин). Моделирование происходило по трем основным параметрам ОФП:

- предельная температура;
- предельная концентрация кислорода;
- потеря видимости.

Расчет производился на первом и втором этаже вагона.

На рис. 1–6 наглядно показаны результаты динамики распространения ОФП на первом и втором этаже двухэтажного вагона.

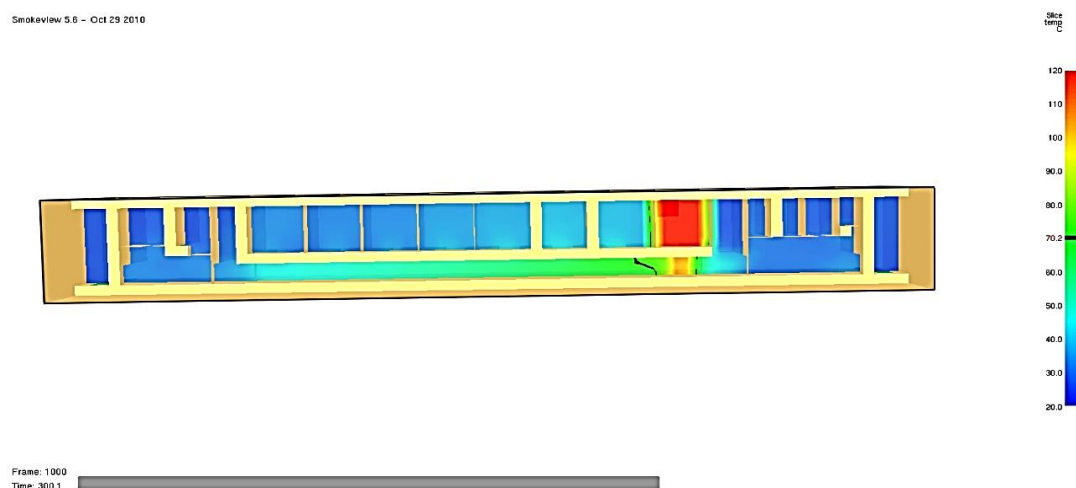


Рис. 1. Динамика распространения ОФП на первом этаже вагона по показателю предельная температура

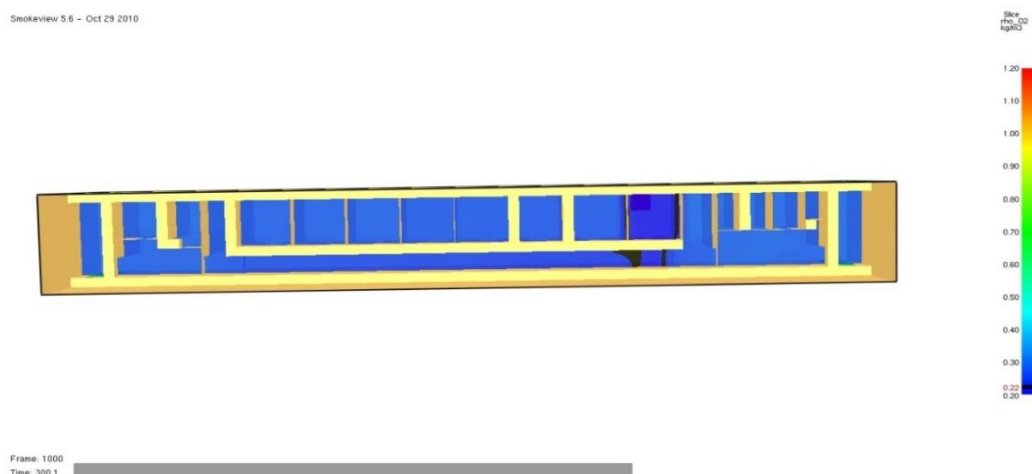


Рис. 2. Динамика распространения ОФП на первом этаже вагона по показателю предельная концентрация кислорода

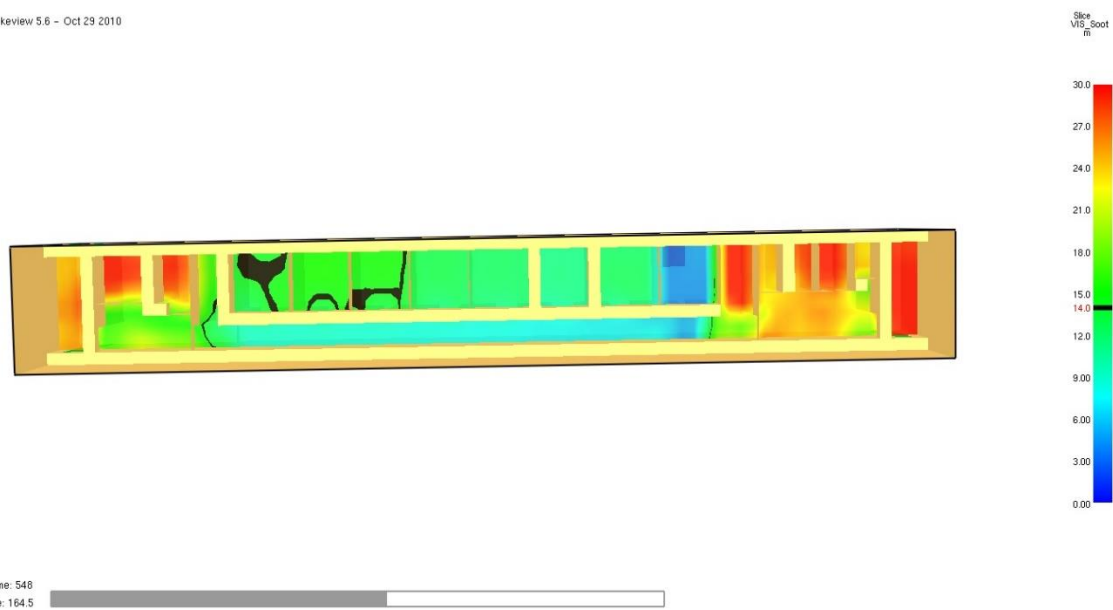


Рис. 3. Динамика распространения ОФП на первом этаже вагона по показателю потеря видимости

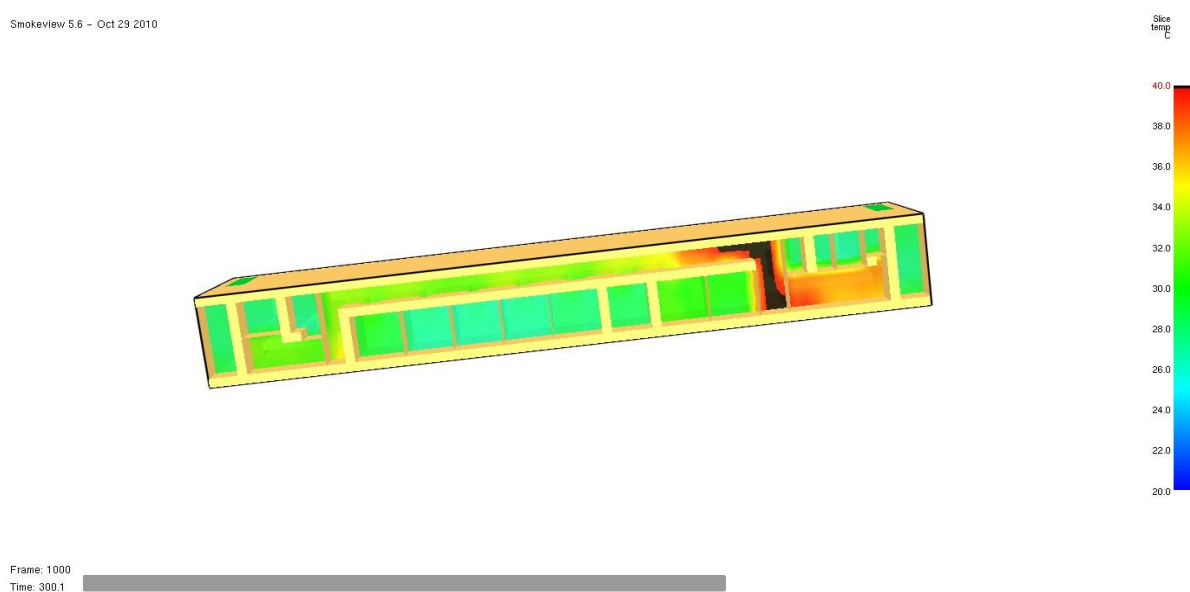


Рис. 4. Динамика распространения ОФП на втором этаже вагона по показателю предельная температура

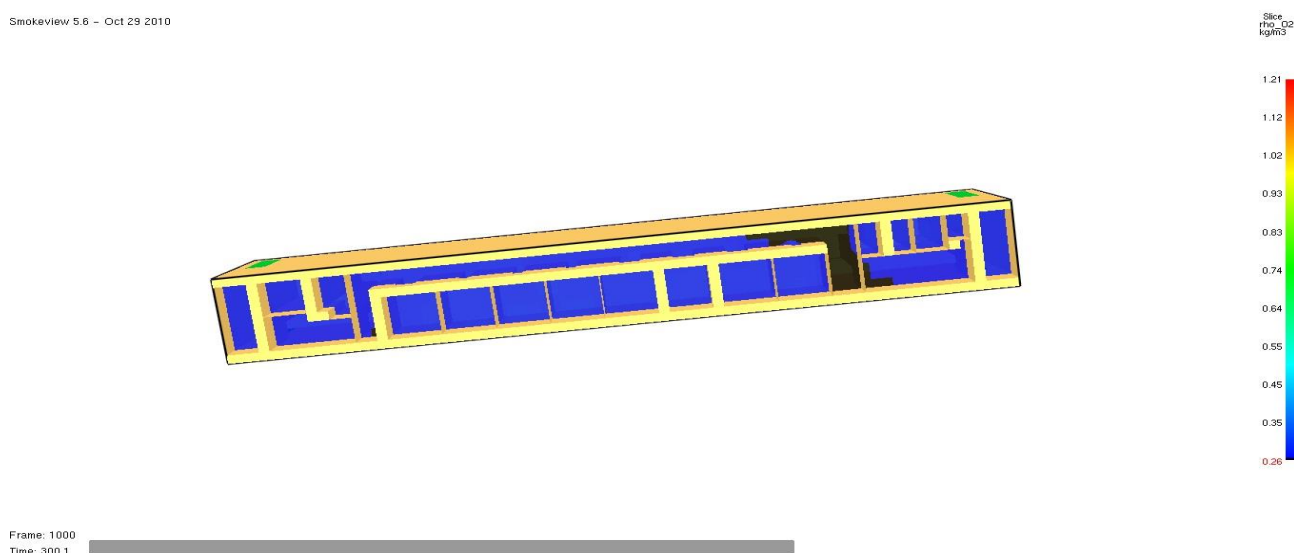


Рис. 5. Динамика распространения ОФП на втором этаже вагона по показателю предельная концентрация кислорода

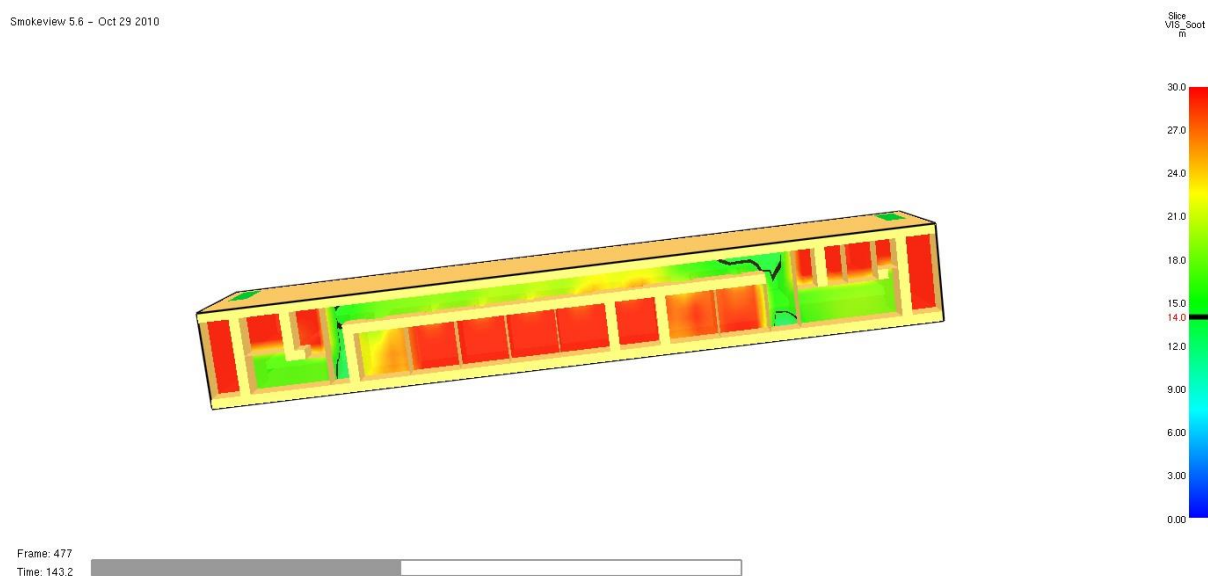


Рис. 6. Динамика распространения ОФП на втором этаже вагона по показателю потеря видимости

ОФП по предельно допустимым концентрациям CO_2 , CO , HCl и тепловому потоку не достигают предельно допустимых значений, а наступают в течение времени, превышающем время моделирования пожара (>300 сек.).

Таким образом, по результатам моделирования ОФП на первом этаже можно сказать следующее, что показатель потери видимости в дыму блокирует эвакуационные выходы на 164,5 сек., на втором этаже блокирование эвакуационного выхода на 143,2 сек., показатель предельная концентрация кислорода не достигнет предельно-допустимых значений, предельная температура не достигнет предельно-допустимых значений на момент времени моделирования >300 сек. (табл. 2).

Таблица 2. **Время блокирования (на уровне 1,7 м от отметки пола)**

Расчетная точка	Предельная концентрации кислорода	Предельная температура	Потеря видимости в дыму	Повышение концентрации угарного газа
1 этаж вагона	>300 сек.	>300 сек.	164,5 сек.	>300 сек.
2 этаж вагона	>300 сек.	>300 сек.	143,2 сек.	>300 сек.

Ниже приведены уравнения, на которых основана модель развития пожара в двухэтажных вагонах.

Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0, \quad (1)$$

где ρ – плотность, кг/м³; t – время, с; u – проекции вектора скорости на ось x в декартовых координатах, м/с.

Уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_j) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j u_i) = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i, \quad (2)$$

где p – динамическое давление, Па; g – ускорение свободного падения, м/с².

Для ньютоновских жидкостей, по закону Стокса, тензор вязких напряжений запишем:

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij}, \quad (3)$$

где μ – ламинарная динамическая вязкость, Па·с.

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial \dot{q}_j^R}{\partial x_j}, \quad (4)$$

где $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p dT + \sum_k Y_k H_k$ – статическая энтальпия смеси; H_k – теплота

образования k компонента; $c_p = \sum_k Y_k c_{p,k}$ – теплоемкость смеси при постоянном

давлении; $\dot{q}_j^R$ – радиационный поток энергии в направлении x_j ; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

Уравнение сохранения химического компонента k :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k, \quad (5)$$

где Y_k – массовая концентрация k компонента смеси, кг/кг.

Для замыкания системы уравнений (1–5) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов:

$$p = \rho R_0 T \sum_k \frac{Y_k}{M_k},$$

где R_0 – универсальная газовая постоянная; T – термодинамическая (абсолютная) температура, К; M_k – молярная масса k компонента.

Указанные выше уравнения описывают локальный мгновенный баланс. Их вполне достаточно для полного описания ламинарных потоков. Но при пожарах, так же, как и в большинстве других систем, связанных с горением, скорость и параметры состояния в конкретной точке совершают значительные флуктуации и решение данных уравнений в настоящее время требует огромных затрат машинного времени. Поэтому обычно данные уравнения приводят к осредненным свойствам, то есть разделяют каждую переменную на среднюю по времени и пульсационную составляющую.

Например, для скорости:

$$u_j(t) = \bar{u}_j + u'_j, \quad (6)$$

где
$$\bar{u}_j = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{1}{\Delta t} \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} u_j(t) dt, \quad \bar{u}'_j = 0.$$

После разложения всех переменных аналогично уравнению (6) и их подстановки в уравнения сохранения получаем систему уравнений, осредненных по времени. При этом уравнение сохранения массы запишем:

$$\frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho} \bar{u}_j + \bar{\rho}' u'_j) = 0.$$

Данное уравнение очень похоже на исходное уравнение (1). Отличие состоит лишь в появившемся дополнительном члене $\frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho}' u'_j)$, который представляет собой турбулентный перенос массы из-за флуктуации плотности и скорости.

Аналогичные подстановки в другие уравнения сохранения приводят к появлению новых членов, содержащих пульсационные составляющие переменных. Даже если можно пренебречь флуктуациями плотности, например, вдали от источника пожара, где горение отсутствует и турбулентный перенос массы незначителен, в уравнении сохранения импульса

остаются члены вида $(\bar{u}_i' \bar{u}_j')$, представляющие собой дополнительные потоки, вызванные турбулентными флуктуациями. Эти члены известны как напряжения Рейнольдса и обусловлены в большей степени случайным движением, чем молекулярной активностью. По величине они обычно значительно превосходят касательные напряжения, связанные с молекулярной вязкостью. В уравнениях сохранения энергии и масс компонентов присутствуют члены вида $(\bar{u}_i' \bar{h}')$ и $(\bar{u}_i' \bar{Y}_k')$, которые описывают турбулентный перенос энтальпии и масс компонентов.

Если пренебречь флуктуациями плотности, то осредненные по Рейнольдсу (по времени) уравнения сохранения можно записать в следующем виде:

$$\frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho} \cdot \bar{u}_j) = 0 ; \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\bar{\rho} \cdot \bar{u}_j) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho} \cdot \bar{u}_j \bar{u}_i) = \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\tau}_{ij} - \bar{\rho} \cdot (\bar{u}_i \bar{u}_j)) + \bar{\rho} g_i ; \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\bar{\rho} \bar{h}) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho} \cdot \bar{u}_j \bar{h}) = \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial \bar{h}}{\partial x_j} - \bar{\rho} \bar{u}_j' \bar{h}' \right) - \frac{\partial \dot{q}_j^R}{\partial x_j} ; \quad (9)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\bar{\rho} \bar{Y}_k) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{\rho} \bar{u}_j \bar{Y}_k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D \frac{\partial \bar{Y}_k}{\partial x_j} - \bar{\rho} \bar{u}_j' \bar{Y}_k' \right) + \bar{S}_k . \quad (10)$$

Однако такое осреднение имеет ряд недостатков при описании потоков с переменной плотностью, характерных для пожаров. Более приемлемое описание может быть получено при использовании осреднения, взвешенного по плотности (осреднение по Фавру). При этом все переменные, кроме плотности и давления, для которых используется обычное осреднение:

$$u_j(t) = \tilde{u}_j + u_j'' ,$$

$$\text{где } \tilde{u}_j = \frac{\bar{\rho} \bar{u}_j(\bar{t})}{\bar{\rho}} ; \bar{\rho} \bar{u}_j'' \equiv 0 \quad (u_j'' \neq 0) .$$

При этом уравнения сохранения принимают вид, аналогичный системе (7–10), однако они учитывают флуктуации плотности, что существенно при рассмотрении областей, где происходит горение.

Эти уравнения, в отличие от исходных, не являются замкнутой системой. Поскольку члены вида $(\bar{u}_i' \bar{\Phi}')$ неизвестны, возникает проблема, называемая турбулентным замыканием. Хотя возможно записать «точные» уравнения переноса для этих величин, в этом мало смысла, поскольку они будут содержать неизвестные более высокого порядка.

Поэтому в большинстве случаев влиянием флуктуации либо пренебрегают, либо используют для замыкания системы «модели турбулентности».

В заключении можно сделать следующие выводы:

- показатели динамики распространения ОФП в двухэтажных вагонах позволяют решать задачи по моделированию и расчету времени эвакуации людей из двухэтажных вагонов без применения натурных экспериментов;
- имитационное моделирование предоставляет возможность рассматривать большое количество альтернатив, улучшать качество управленческих решений и точность прогнозирования показателей динамики распространения ОФП;
- полученные показатели динамики распространения позволяют решать задачи по прогнозированию ОФП и времени эвакуации людей из двухэтажных вагонов.

Литература

1. Применение метода последовательности анализа для моделирования процесса выработки решения в оперативной деятельности МЧС России / Н.В. Каменецкая [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 3 (39). С. 73–81.
2. Таранцев А.А., Матвеев А.В., Наумушкина К.А. Результаты моделирования распространения опасных факторов пожара в двухэтажных пассажирских вагонах // Высокие интеллектуальные технологии в науке и образовании: материалы I Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: НПО «Стратегия будущего», 2017. Т. 1. С. 80–84.
3. Математическое моделирование пожаров. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: метод. рекомендации. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Лоу А.В. Имитационное моделирование [Simulation Modeling and Analysis]. СПб.: Изд-во: Питер, 2004.
5. Пузач С.В. Математическое моделирование газодинамики и тепломассообмена при решении задач пожаровзрывобезопасности. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2002.
6. Строгалева В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. М.: МГТУ им. Баумана, 2008.
7. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещениях. М.: Акад. ГПС МВД России, 2000.
9. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2009.

References

1. Primenenie metoda posledovatel'nosti analiza dlya modelirovaniya processa vyrabotki resheniya v operativnoy deyatel'nosti MCHS Rossii / N.V. Kameneckaya [i dr.] // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2016. № 3 (39). S. 73–81.
2. Tarancev A.A., Matveev A.V., Naumushkina K.A. Rezul'taty modelirovaniya rasprostraneniya opasnykh faktorov pozhara v dvuhtazhnykh passazhirskikh vagonah // Vysokie intellektual'nye tekhnologii v nauke i obrazovanii: materialy I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SPb.: NPO «Strategiya budushchego», 2017. T. 1. S. 80–84.
3. Matematicheskoe modelirovanie pozharov. Primenenie polevogo metoda matematicheskogo modelirovaniya pozharov v pomeshcheniyah: metod. rekomendacii. Dostup iz sprav.-pravovoy sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. Lou A.V. Imitacionnoe modelirovanie [Simulation Modeling and Analysis]. SPb.: Izd-vo: Piter, 2004.

5. Puzach S.V. Matematicheskoe modelirovanie gazodinamiki i teplomassoobmena pri reshenii zadach pozharovzryvobezopasnosti. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2002.
6. Strogalev V.P., Tolkacheva I.O. Imitacionnoe modelirovanie. M.: MGTU im. Baumana, 2008.
7. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i stroeniyah razlichnyh klassov funkcional'noj pozharnej opasnosti: Prikaz MCHS Rossii ot 30 iyunya 2009 g. № 382. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
8. Koshmarov Yu.A. Prognozirovanie opasnyh faktorov pozhara v pomeshcheniyah. M.: Akad. GPS MVD Rossii, 2000.
9. Holshchevnikov V.V., Samoshin D.A. Ehvakuaciya i povedenie lyudej pri pozharah: ucheb. posobie. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2009.

ДВУХУРОВНЕВАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СУБОПТИМАЛЬНЫХ ЗОН ПРИКРЫТИЯ Г. КОСТРОМЫ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ МЧС РОССИИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРОИСШЕСТВИЙ

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

Д.Г. Шуракова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.В. Вострых.

Главное управление МЧС России по Новгородской области

Показывается актуальность задачи формирования зон прикрытия территорий подразделениями МЧС России при возникновении происшествий. В качестве инструментария ее решения предлагается использовать методы и алгоритмы прикладной математики совместно с геоинформационными технологиями. На примере г. Костромы произведена пошаговая двухуровневая кластеризация субоптимальных зон ее прикрытия. Уточнены границы зон ответственности подразделений МЧС России, проанализирована доступность социально значимых и потенциально опасных объектов для своевременной доставки сил и средств, выделены удаленные объекты.

Ключевые слова: зоны прикрытия, подразделения МЧС России, место дислокации, возникновение происшествий, двухуровневая кластеризация

TWO-LEVEL CLUSTERIZATION OF SUBOPTIMUM COVERAGE ZONES OF KOSTROMA CITY BY SUBDIVISIONS OF EMERCOM OF RUSSIA IN INCIDENT CASES

M.V. Buynevich; D.G. Shurakova.

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

A.V. Vostrykh. Headquarters of EMERCOM of Russia in Novgorod region

The relevance of creation's task of suboptimum coverage zones of Kostroma city by subdivisions of EMERCOM of Russia in incident cases is shown. As a tool for solution, it is proposed to use methods and algorithms of applied mathematics together with geoinformation technologies. Step-by-step two-level clusterization of suboptimal zones of Kostroma city is done as an example. The boundaries of the zones of responsibility of the divisions of the Ministry of Emergencies of Russia have been clarified, the availability of socially significant and potentially dangerous objects for timely delivery of forces and means has been analyzed, remote objects have been identified.

Keywords: coverage zones, subdivisions of EMERCOM of Russia, dislocation place, incident cases, two-level clusterization

Современная городская инфраструктура стремительно меняется, расширяясь и модернизируясь, что влечёт за собой возрастание различного рода техногенных рисков и усложнение всей системы адекватного реагирования подразделений МЧС России на возникающие происшествия, особенно пожары [1]. Непрерывно происходящая трансформация, перепланировка, увеличение и усложнение селитебных и промышленных территорий с учетом влияния факторов урбанизированной среды требуют постоянной ревизии районов выездов подразделений МЧС России в целях повышения показателей оперативного реагирования.

И здесь ключевым показателем выступает максимально допустимое расстояние, как наибольшее расстояние по уличной сети дорог населенного пункта или производственного объекта от места дислокации подразделений МЧС России до места предполагаемого происшествия, при котором гарантируется достижение соответствующей цели выезда оперативного подразделения [2]. Основываясь на данном показателе, порядок привлечения сил и средств (СиС) подразделений МЧС России устанавливается расписанием выездов подразделений МЧС России для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, а также планом привлечения СиС [3]. Для каждого подразделения расписанием выезда определяется территория (или район выезда), в границах которой предусмотрено первоочередное направление СиС этого подразделения [4]. По сути, районы выезда ассоциируются с соответствующими зонами прикрытия населенного пункта подразделениями МЧС России при возникновении происшествий.

Районы выезда традиционно определяются на основе индивидуальной и статистической информации о территориальных особенностях объекта прикрытия с учетом опыта сотрудников МЧС России и мнения привлекаемых экспертов и в контексте вышеуказанных факторов подвергаются периодической ревизии, на что тратятся определенные, иногда значительные, временные и людские ресурсы. Экономия этих ресурсов приводит к недостаточной актуальности зон прикрытия с прогнозируемыми последствиями. Современный темп жизнедеятельности предполагает внедрение технологии поддержки принятия подобного рода решений, с привлечением методов прикладной математики в совокупности с геоинформационными технологиями. Результатом работы такой технологии станут рекомендуемые зоны прикрытия, актуальные на текущий момент, и в которых подразделения МЧС России находятся на максимально допустимом расстоянии до социально значимых и потенциально опасных объектов. В качестве примера территории прикрытия возьмем г. Кострому. Решение относительно зон прикрытия ожидается нестрогое, субоптимальное, однако вполне приемлемое для решения оперативных задач подразделениями МЧС России.

С помощью кластеризации произведём формирование зон прикрытия территории г. Костромы подразделениями МЧС России. Так как кластеризация представляет собой задачу разбиения множества объектов на группы схожих объектов (кластеры), то внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных групп должны быть как можно более «отличны». В данном случае под «похожими» объектами понимаются социально значимые, потенциально опасные объекты и подразделения МЧС России, расстояние, между которыми минимально.

В целях проведения кластеризации в контексте решаемой задачи осуществим следующие операции:

- 1) упростим последующую обработку данных, для чего проведём разбиение множества выделенных объектов на группы схожих объектов, чтобы работать с каждой группой в отдельности (выделим группы, в которых доставка СиС отдельно взятого подразделения до социально значимых и потенциально опасных объектов будет минимальной);

- 2) сократим объём хранимых данных, оставив по одному представителю от каждого кластера, что эквивалентно созданию субоптимальных зон выезда подразделений МЧС России к месту происшествий;

- 3) выделим нетипичные объекты, которые не подходят ни к одному из кластеров, для чего проанализируем территориальное расположение всех социально значимых и потенциально опасных объектов по отношению к подразделениям МЧС России с целью определения пограничных объектов (объектов, расположенных на пересечениях отдельных кластеров) и объектов, не попавших в выборки (объектов, расположенных за границами всех кластеров или находящихся вне нормативных границ прибытия СиС подразделений).

Применение кластерного анализа проведём поэтапно по канонической схеме. Во-первых, сформируем выборку, то есть осуществим отбор объектов для кластеризации.

Во-вторых, определим множество переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке. В-третьих, вычислим значения меры сходства между объектами. В-четвертых, применим алгоритм кластерного анализа для создания групп сходных объектов (кластеров). И в-пятых, представим полученные результаты кластерного анализа в наглядном виде, пригодном для принятия решений.

Но предварительно определимся с методом кластеризации, для чего рассмотрим известные методы и реализующие их алгоритмы: графовые методы (алгоритм выделения связных компонент, алгоритм ФОРЭЛ и др.), иерархическую кластеризацию (так называемую таксономию) и статистические методы (в частности, алгоритм k -средних) – на предмет пригодности использования в качестве инструментария с учетом специфики решаемой задачи.

В результате проведенного сравнительного анализа авторами установлено, что все указанные методы и алгоритмы обладают как достоинствами, так и недостатками для решения поставленной задачи. Однако совместное использование алгоритма кластеризации FOREL (от англ. FORmal ELeмент) или ФОРЭЛ (сокр. от ФОРмальный Элемент), основанного на идее объединения в один кластер объектов в областях их наибольшего сгущения, и надстройки в виде «Кратчайшего незамкнутого пути» является более продвинутым в отличие от использования «Алгоритма выделения связных компонент» и отдельно используемого алгоритма «Кратчайшего незамкнутого пути» (КНП), которые имеют высокую чувствительность к шуму, трудоёмкость в управлении числом кластеров, а также большие временные затраты на проведение расчётов.

Используя алгоритм ФОРЭЛ и надстройку в виде КНП, можно получить тонкую, двухуровневую структуру кластеров: каждый кластер верхнего уровня распадается на более мелкие подкластеры нижнего уровня. Этот алгоритм имеет возможность описывать кластеры произвольной геометрической формы. Варьируя параметр радиуса R , можно получать кластеризации различной степени детальности. Если кластеры близки по форме к шарам, можно сделать R достаточно большим. Для описания кластеров более сложной формы можно уменьшать R , получая за счёт этого представление о его микроструктуре.

Что касается алгоритма k -средних, который является упрощенным вариантом ЕМ-алгоритма, то он крайне чувствителен к выбору начальных приближений центров: случайная инициализация центров на первом шаге может привести к некачественной кластеризации. Также кластеризация может оказаться неадекватной и в том случае, если число кластеров будет изначально неверно угадано, поэтому необходимо провести кластеризацию при различных значениях k и выбрать то, при котором достигается резкое улучшение качества кластеризации по заданному функционалу. Кроме того, алгоритм k -средних медленно работает на больших объемах данных.

В иерархической кластеризации исключается возможность существования пересекающихся кластеров. Из этого следует, что ее методы не могут быть использованы для решения поставленной задачи, так как множество всех исследуемых объектов с учётом внешних факторов (дорожных развязок, исключённых маршрутов следования по причине пробок, различных железнодорожных переездов) образуют кластеры самых разнообразных форм и пересечений. Более того, реализующие их алгоритмы обладают высокой вычислительной сложностью.

Проанализировав преимущества и недостатки рассмотренных алгоритмов, для решения задачи выберем вариант, состоящий из двух алгоритмов (так называемая, двухуровневая кластеризация), а именно: ФОРЭЛ и КНП. Это позволит наглядно работать с кластерами произвольной формы, управляя их центрами и уровнем детализации.

Двухуровневую кластеризацию начнем с реализации алгоритма ФОРЭЛ. Предварительно для этого на карте г. Костромы инициализируем множество некластеризованных точек, общим количеством 83, из которых 73 точки – социально значимые объекты и потенциально опасные объекты (36 основных крупных школ и учреждений для детей с ограниченными возможностями, 8 из 28 потенциально опасных

объектов, 15 торговых центров из них 1 – «Мега Мир», 14 крупных больниц) и 10 точек – подразделения МЧС России (включая 2 планируемые). Результат инициализации представлен на рис. 1.

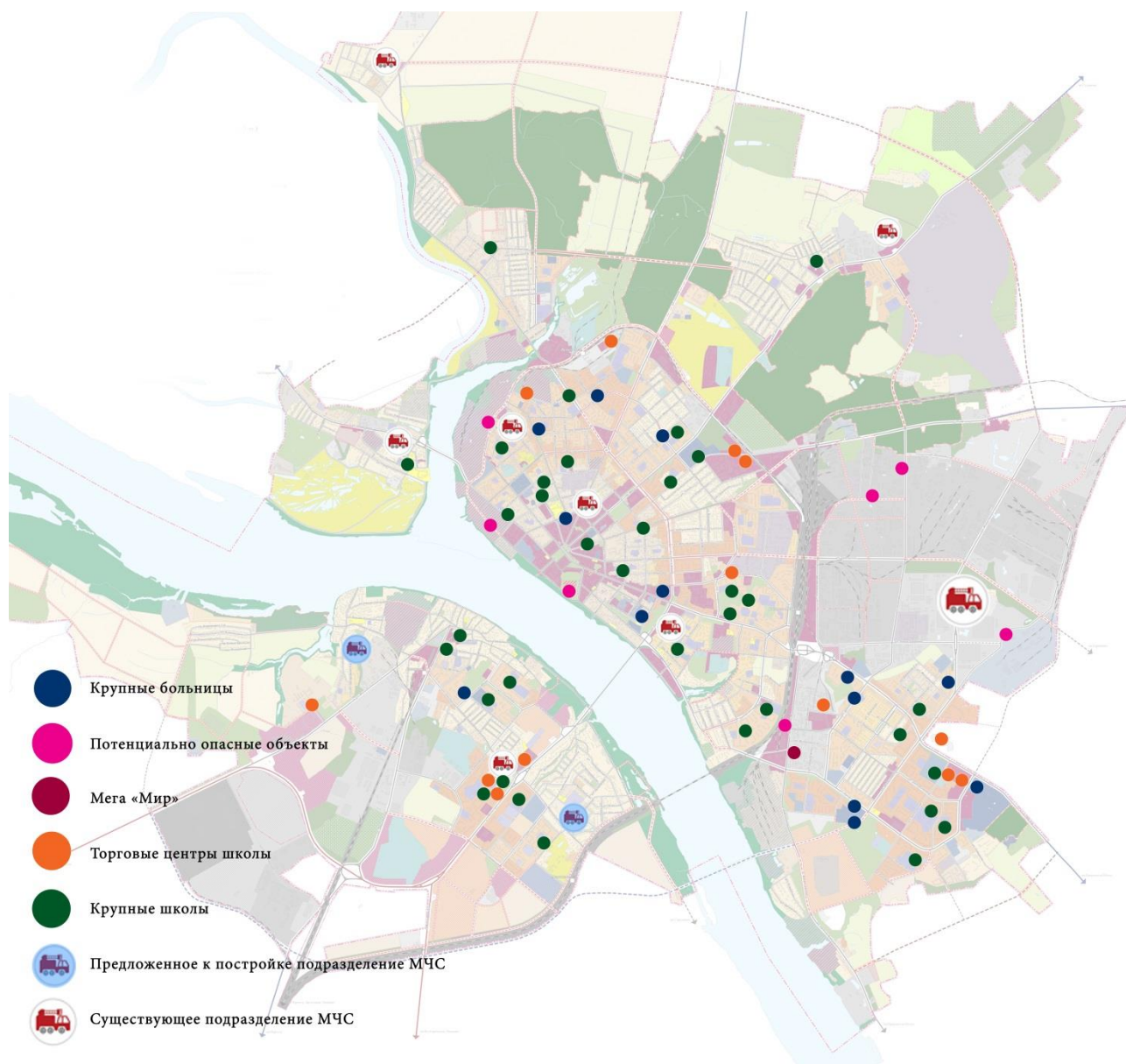


Рис. 1. Множество точечных социально значимых и потенциально опасных объектов, а также подразделений МЧС России на карте г. Костромы

Инициализированные точки как объекты выборки будем оценивать по отношению расположения объекта к одному из подразделений МЧС России, учитывая также принадлежность объекта к определённому административному району города (Центральному, Фабричному или Заволжскому) и его «одинокость» (значительную удалённость от центра города или сгустка объектов). В качестве меры сходства между объектами используем Евклидово расстояние.

До начала реализации кластеризации красными линиями выделим дороги, имеющие постоянные проблемы с заторами и пробками. В качестве первоначальных точек возьмём имеющиеся подразделения МЧС России и создадим вокруг них сферы радиуса R , равного расстоянию, которое преодолевает пожарно-спасательный автомобиль за 5 мин [5]

(около 2 250 м, со скоростью 27 км/ч). Значение R выбрано, основываясь на Федеральном законе от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [6] и имеет дополнительный запас в размере 5 мин, так как в процессе реализации алгоритма кластеризации подразделение МЧС России может занимать не центральное место в кластере, что при большем R привело бы к выходу за пределы максимально допустимого нормативного времени прибытия – 10 мин. В точках, оставшихся за пределами радиуса R подразделений МЧС России (первоначальной выборки), возьмём случайные точки в местах сгущения объектов. В результате будут образованы K кластеры с центром в месте дислокации подразделений МЧС России x_0 радиуса R и с центром местоположения одного из социально значимых или потенциально опасных объектов с таким же радиусом R (рис. 2).

На следующем шаге найдем точки, расстояние до которых меньше радиуса, и вычислим координаты центра тяжести этих «внутренних» точек. Перенесем центр сферы в этот центр тяжести и снова найдем внутренние точки. Данную процедуру продолжим до тех пор, пока сфера не остановится, то есть пока на очередной итерации состав внутренних точек, а, следовательно, и их центр тяжести перестанет меняться. Точки, оказавшиеся внутри остановившейся сферы, объявим кластеризованными и исключим их из выборки. Для оставшихся точек повторим описанный выше алгоритм до тех пор, пока не произойдёт кластеризация всех точек. Результатом данной кластеризации является список точек-центроидов C (рис. 3).

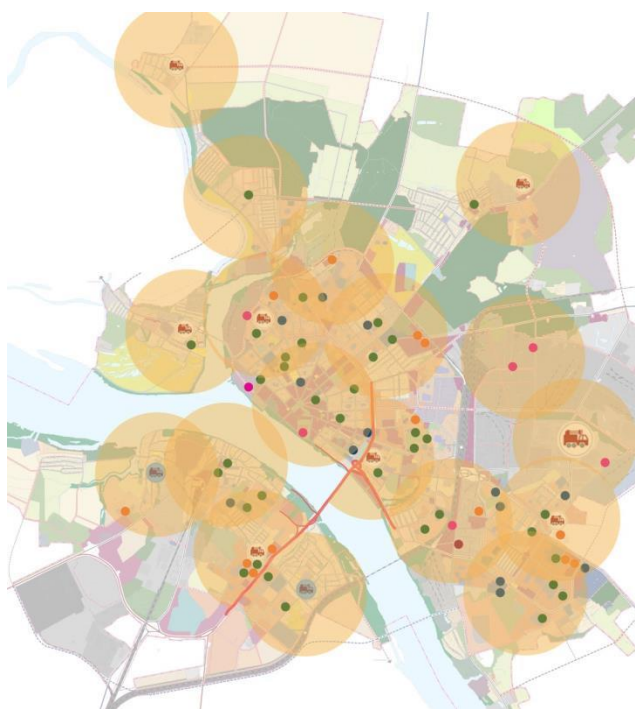


Рис. 2. Первоначальное разграничение зон кластеров с учётом проблем на дорогах



Рис. 3. Точки-центроиды кластеров

Для улучшения результата вычислений к множеству C применим надстройку – метод кластеризации КНП. Алгоритм КНП объединяет мелкие кластеры первого уровня в более крупные кластеры второго уровня, для чего строит на точках выборки ациклический связный граф, соединяя точки, исходя из минимального расстояния между ними (рис. 4). После того как граф построен, из него удаляются k самых длинных рёбер, где k – это параметр, который и определяет количество кластеров (рис. 5). Тем самым получаем двухуровневую кластеризацию, где количество кластеров первого уровня – 18, а второго уровня – 9.



Рис. 4. Применение алгоритма КНП

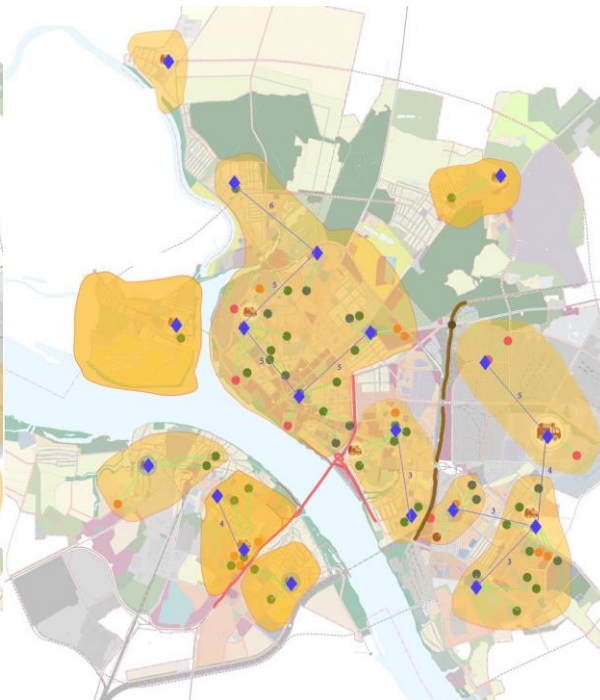


Рис. 5. Результат работы алгоритма КНП

Таким образом, в результате работы метода кластеризации (алгоритма ФОРЭЛ и надстройки в виде алгоритма КНП) получена разделённая «на зоны ответственности» между подразделениями МЧС России территория г. Костромы. Тем самым уточнены границы прикрытия, исходя из влияния внешних факторов, таких как городская среда. Проанализирована доступность социально значимых и потенциально опасных объектов для СиС подразделений МЧС России в пределах нормативного времени прибытия, что позволяет сделать вывод о формировании субоптимальных зон прикрытия г. Костромы подразделениями МЧС России при возникновении происшествий. Также выделены «нетипичные объекты», то есть объекты, находящиеся на удалённом расстоянии от пожарно-спасательных подразделений, задача гарантированного прикрытия которых требует особого решения.

Описанная процедура решения задачи формирования актуальных субоптимальных зон прикрытия территории г. Костромы подразделениями МЧС России с использованием кластерного анализа позволяет на новом уровне использовать методы прикладной математики совместно с геоинформационными технологиями в интересах повышения эффективности деятельности МЧС России.

Литература

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 1 янв. 2018 г. № 2. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения ФГУ ВНИИПО МЧС России. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ: Приказ МЧС России от 16 окт. 2017 г. № 444. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах: Приказ МЧС России от 25 окт. 2017 г. № 467. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (Приложение 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

References

1. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti pozharnoj bezopasnosti na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 1 yanv. 2018 g. № 2. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. SP 11.13130.2009. Mesta dislokacii podrazdelenij pozharnoj ohrany. Poryadok i metodika opredeleniya FGU VNIPO MCHS Rossii. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
3. Ob utverzhdenii Boevogo ustava podrazdelenij pozharnoj ohrany, opredelyayushchego poryadok organizacii tusheniya pozharov i provedeniya avarijno-spasatel'nyh rabot: Prikaz MCHS Rossii ot 16 okt. 2017 g. № 444. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
4. Ob utverzhdenii Polozheniya o pozharно-spasatel'nyh garnizonah: Prikaz MCHS Rossii ot 25 okt. 2017 g. № 467. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. SNiP 2.07.01-89*. Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij (Prilozhenie 1). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НОВОЙ СТОИМОСТИ ОБРАЗЦА ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент;

И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Т.Т. Каверзнева, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Рассмотрены этапы по построению модели стоимости образца пожарной техники. Приведены сравнения методов аналога и корреляционно-регрессионного анализа для определения новой стоимости образца пожарной техники.

Ключевые слова: методы, тактико-технические характеристики, стоимость

APPROACHES TO DETERMINING THE NEW VALUE OF THE SAMPLE FIRE EQUIPMENT

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

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

T.T. Kaverzneva. Saint-Petersburg polytechnic university of Peter the Great

The stages to build a value model on the sample of fire equipment. Shows the comparison of methods of analogue and correlation and regression analysis to determine the new value of the sample of fire equipment.

Keywords: methods, performance characteristics, cost

Принимая во внимание направленность практически всех задач на экономические показатели, одной из основных, оказывающей влияние на дальнейшие разработки образцов пожарной техники, является задача прогнозирования удорожания научно-технической и серийной продукции.

Удорожание новой техники на различных ее стадиях происходит, в основном, по двум причинам – за счет повышения тактико-технических характеристик (ТТХ) образцов (новых проектов) и из-за инфляционных процессов, протекающих в экономике страны.

Тогда общий коэффициент удорожания техники можно записать как:

$$Y_{\text{общ}} = K(X_{\text{пер}}, X_{\text{ан}}) \cdot Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; S_i),$$

где $K(X_{\text{пер}}, X_{\text{ан}})$ – коэффициент, определяющий удорожание в зависимости от улучшения ТТХ; $Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; S_i)$ – коэффициент, учитывающий удорожание техники, не связанное с улучшением ТТХ за время от $t_{\text{нач}}$ (времени начального) до $t_{\text{расч}}$ (времени расчетного); S_i – некоторые коэффициенты, например, полученные методом наименьших квадратов.

Расчет коэффициента $K(X_{\text{пер}}, X_{\text{ан}})$ может быть выполнен любым известным методом. Наиболее часто для оценки изменения стоимости изделия в зависимости от изменения ТТХ, объема, характера и качества исходной информации о новых изделиях и изделиях-аналогах, которыми располагают на момент прогнозирования, используют следующие методы:

- методы калькулирования;
- статистические методы;
- нормативно-параметрические методы.

Методы калькулирования предполагают группировать затраты на основе действующих смет, а затем, в зависимости от исходной информации о разрабатываемом образце, проводить прямое или укрупненное калькулирование. Так как выпуск нового образца может требовать новых условий производства и поставки комплектующих изделий, что трудно учесть на ранних стадиях разработки, то он обладает большой погрешностью для определения затрат на новое изделие.

В свою очередь, статистические методы оценки затрат на новый образец основаны на процедурах корреляционно-регрессионного анализа (КРА). Они применяются для определения стоимости перспективных изделий, создаваемых взамен ранее освоенных и являющихся продолжением ряда однотипных изделий. Метод состоит в обработке статистических данных, отражающих динамику изменения стоимости изделий в зависимости от изменения их ТТХ, и в построении на их основе математической модели вида «цена (себестоимость) – ТТХ» [1].

В общем случае решение задачи по построению модели «стоимость – ТТХ» состоит из следующих основных этапов:

- сбор исходной статистической информации;
- отбор основных ТТХ, влияющих на стоимость изделия;
- установление вида (формы) связи между ценой и ТТХ и расчет параметров модели;
- определение доверительных интервалов цены;
- проверка адекватности (соответствия) полученной модели статистическим данным.

Отбор основных ТТХ, влияющих на стоимость образца, можно произвести путем установления связи между ценой – «У» и ТТХ – «Х_к». При линейной форме связи теснота связи оценивается с помощью коэффициента корреляции r_{yxk} , который изменяется в пределах $-1 < r_{yxk} < 1$. Приняв в качестве первого приближения гипотезу о линейной связи между ценой и ТТХ, теснота связи между ними оценивается с помощью коэффициента парной корреляции. Для последующих расчетов необходимо оставить те ТТХ, которые имеют наибольшие значения, то есть их вклад в общую изменчивость цены значителен.

После отбора ТТХ необходимо осуществить статистическую проверку достоверности коэффициентов корреляции, рассчитанных по малой выборке однородных изделий, которая может существенно расходиться с действительными коэффициентами корреляции.

Статистическая достоверность коэффициентов корреляции, рассчитанная по малым выборкам, проверяется с помощью z-коэффициентов Фишера и t-распределения Стьюдента.

Статистически достоверными считаются коэффициенты корреляции, у которых $t > t_{\text{табл}}$. Для установления вида связи между стоимостью и ТТХ используют следующие регрессионные зависимости:

$$y(x_k, a_k, a_0) = a_0 + \sum_{k=1}^a a_k \cdot x_k ;$$

$$y(x_k, d_k, d_0) = d_0 + \prod_{k=1}^a x_k^{d_k} ,$$

где a_k, a_0, d_k, d_0 – некоторые постоянные коэффициенты; a – количество учитываемых показателей в модели; x_k – k учитываемый показатель.

Постоянные коэффициенты могут быть определены методом наименьших квадратов. Так, например, для двухфакторной модели $\hat{y} = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2$ система уравнений для нахождения постоянных коэффициентов будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + a_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_{1i} = a_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + a_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + a_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} \cdot x_{2i} \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_{2i} = a_0 \sum_{i=1}^n x_{2i} + a_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} \cdot x_{2i} + a_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 \end{cases}$$

где n – число образцов в выборке; a_0, a_1, a_2 – неизвестные постоянные коэффициенты.

Оценка по регрессионной модели является точечной, поскольку определяется одним числом. Однако точечная оценка, особенно при выборках малого объема, может заметно отличаться от оцениваемого параметра. Поэтому при выборках малого объема пользуются интервальными оценками. В дальнейшем производится оценка доверительного интервала стоимости с помощью соотношения:

$$\Delta y = \frac{t_{\alpha}/2 \cdot S_{\text{ост}}}{\sqrt{n}},$$

где t_{α} – табличное значение t -распределения Стьюдента, соответствующее доверительной вероятности $\alpha=1-p$ и числу степеней свободы $k=n-1$; $S_{\text{ост}}$ – оценка среднеквадратического отклонения:

$$S_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-m-1},$$

где $\hat{y}_i$ – значение аппроксимирующей функции.

На конечном этапе производится проверка соответствия статистическим данным. Она осуществляется с помощью критерия Фишера (F-критерия), который рассчитывается по соотношению:

$$F = \frac{S_{\text{рег}}^2}{S_{\text{ост}}^2} = F_{\alpha}(K_{\text{рег}}, K_{\text{ост}}),$$

где $F_{\alpha}(K_{\text{рег}}, K_{\text{ост}})$ – определяется по таблице критерия Фишера в зависимости от заданного значения уровня доверительной вероятности $\alpha=1-p$ и числа степеней свободы – f ; $K_{\text{рег}}=m$ – число учтенных в модели показателей; $K_{\text{ост}}=n-m-1$ – разница между объемом выборки и числом коэффициентов моделей:

$$S_{\text{рег}}^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 / m.$$

При $F > F_{\alpha}$ модель считают адекватной статистическим данным, то есть значение среднеквадратического отклонения $S_{\text{рег}}$, обусловленного регрессией, является значимым по отношению к среднеквадратическому отклонению остатков $S_{\text{ост}}$, обусловленному неадекватностью модели и качеством статистического материала.

Точность моделей рассчитывалась с помощью выражения:

$$Z = \frac{|C_{\text{ф}} - C_{\text{пер}}|}{C_{\text{ф}}} \cdot 100 \%,$$

где $C_{\text{ф}}$ и $C_{\text{пер}}$ – фактические и расчетные (перспективные) значения затрат, соответственно.

Если точность расчетов не соответствует требуемым нормам, то это можно объяснить тем, что для увеличения объема выборки в нее могли быть включены изделия разных поколений, отличающиеся друг от друга техническими решениями [2].

Включение в модель дополнительных характеристик не увеличивает точность. Увеличение объема выборки за счет иностранных изделий-аналогов не улучшает точность модели из-за разного производства, нормативных документов и подходов создания новых изделий.

Поэтому из-за низкой точности модели оценки затрат регрессионным методом пользоваться не рекомендуется.

В этих условиях значительный интерес представляет группа нормативно-параметрических методов, к которым относятся методы прогнозирования затрат по малой статистике.

Эти методы предполагают наличие изделия-аналога, в роли которого выступает предыдущее во времени, завершенное (разработанное, серийно освоенное) изделие данного типа техники, принадлежащее той же классификационной группе, аналогичное по назначению, схемному, конструктивно-техническому решению, а также по условиям

процесса его создания. Выбор изделий-аналогов в каждом конкретном случае решается специалистами на основании глубокого и всестороннего анализа.

Значительные трудности возникают при оценке затрат на перспективное изделие, обладающее значительной новизной по принципам действия, назначению, условиям эксплуатации. В этом случае понятие изделия-аналога оказывается весьма условным и требует особо глубокого и всестороннего обоснования. Использование же информации о зарубежных изделиях-аналогах практически невозможно из-за проблем сопоставления экономических показателей.

Широкое распространение в этой группе методов получил метод аналога, сущность которого заключается в том, что затраты на новое изделие $C_{\text{пер}}$ определяются в результате пересчета затрат на изделие-аналог $C_{\text{ан}}$ с учетом степени отличия их важнейших параметров. Перспективное изделие, затраты на которое подлежат оценке, можно охарактеризовать вектором показателей:

$$X_{\text{пер}} = (X_{\text{пер}1}, X_{\text{пер}2}, \dots, X_{\text{пер}b}).$$

Если известны затраты на изделие-аналог ($C_{\text{ан}}$) и соответствующие ему значения показателей, $X_{\text{ан}} = (X_{\text{ан}1}, X_{\text{ан}2}, \dots, X_{\text{ан}b})$, то затраты на перспективное изделие:

$$C_{\text{пер}} = C_{\text{ан}} \cdot K(X_{\text{пер}}, X_{\text{ан}}) \cdot Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; S_i),$$

где K – безразмерный коэффициент пересчета.

На практике широкое распространение получили следующие способы определения коэффициента пересчета:

$$K = \sum_{k=1}^b \frac{\varphi_k(X_{\text{пер}k})}{\varphi_k(X_{\text{ан}k})} \cdot \alpha_k, \quad (1)$$

$$K = \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b \frac{\varphi_k(X_{\text{пер}k})}{\varphi_k(X_{\text{ан}k})}, \quad (2)$$

$$K = \prod_{k=1}^b \left[\frac{\varphi_k(X_{\text{пер}k})}{\varphi_k(X_{\text{ан}k})} \right]^{\alpha_k}, \quad (3)$$

$$K = \sqrt[b]{\sum_{k=1}^b \left(\frac{\varphi_k(X_{\text{пер}k})}{\varphi_k(X_{\text{ан}k})} \cdot \alpha_k \right)^b}, \quad (4)$$

где b – количество учитываемых показателей в модели затрат; α_k – коэффициент весомости влияния параметра $X_{\text{пер(ан)}k}$ на затраты.

Во многих случаях выбирают такой способ определения коэффициентов весомости, чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{k=1}^b \alpha_k = 1.$$

$\varphi_k(X_k)$ – некоторая функция, описывающая преобразование соответствующего показателя X_k в зависимости от характера его влияния на полезность изделия данного типа и в итоге на затраты. Следует отметить, что соотношение между числителем и знаменателем функции должно в целом улучшать значение безразмерного коэффициента пересчета.

Коэффициенты весомости можно определять, например, следующими методами:

1. Балльной оценки [3]. В этом случае эксперту предлагается оценить относительную значимость показателей по установленной шкале баллов с точки зрения их влияния на выполнение изделием его функционального предназначения. Основной характеристикой балльной шкалы является ее диапазон – количество градаций, которые включает шкала, то есть количество оценочных точек. Наиболее значимый, по мнению эксперта, показатель получает максимальную оценку. Назначение баллов каждый эксперт производит

самостоятельно, независимо от мнений других экспертов на отдельном бланке. Вычисление коэффициентов весомости при балльной оценке производится по формуле:

$$\alpha_k = \frac{\sum_{l=1}^r a_{jl}}{\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^r a_{jl}},$$

где a_{jl} – количество баллов, данное l экспертом j показателю.

2. Парных сравнений [3]. При применении этого метода эксперту вручается матрица, в которой строки и столбцы соответствуют одним и тем же показателям. Эксперту предлагается, двигаясь по строкам, сопоставлять показатель, стоящий в начале строки, с показателями, стоящими в столбцах. Предпочтение одного показателя перед другим отражается на пересечении строки и столбца по определенной шкале баллов. В простейшем случае шкала может содержать две градации «1» и «0». В случае если эксперт отдает предпочтение показателю строки, на пересечении ставится «1», если предпочтение отдается показателю столбца – «0». Шкалу можно усовершенствовать введением градации «0,5», которую эксперт использует, если затрудняется отдать предпочтение тому или иному показателю. В этом случае каждый из показателей получает оценку «0,5». Для более дифференцированного отражения предпочтительности одного показателя перед другим могут применяться шкалы с большим числом градаций. Практически эксперт заполняет лишь одну половину матрицы по отношению к ее диагонали. Вторая половина заполняется по результатам первой, но с проставлением противоположных оценок. Коэффициенты весомости показателей при методе парных сравнений определяется по формуле:

$$\alpha_j = \frac{2 \cdot \sum_{l=1}^r a_{jl}}{r \cdot m \cdot (m-1) \cdot K_{ш}},$$

где $K_{ш}$ – максимальная оценка использованной шкалы – 1;10;100 или какая-либо другая; m – число показателей.

Трудности этих методов заключаются в привлечении необходимого количества специалистов для проведения экспертного опроса, компетентности их в данной предметной области и организационными мероприятиями. В отличие от них математические методы строго формализованы и требуют меньшего количества затрат. Общим недостатком этих методов являются ограничения и допущения, исходя из которых, выбирается модель решения конкретной задачи. Из анализа известно, что математические методы имеют на 11–13 % меньше погрешность и, соответственно, выше достоверность получаемых результатов. С учетом предложений и ограничений, установленных в работе [4], окончательный вид функции, нормирующий вес показателей представляется как:

$$r^i = \frac{1}{2 \cdot 1^{i-1}},$$

где r^i – коэффициент весомости i показателя.

При этом нормирующий шаг между показателями принимается минимальным. Коэффициенты весомости имеют следующие значения: $r^1 = 1$; $r^2 = 0,952$; $r^3 = 0,68$; $r^4 = 0,432$; $r^5 = 0,257$.

3. Предпочтительных чисел [3], заключающийся в выборе коэффициентов весомости, в соответствии с рядами чисел, подчиняющихся определенной математической закономерности. Ряды предпочтительных чисел могут строиться на основе арифметических и геометрических прогрессий.

Арифметическая прогрессия дает ряды чисел, образованных по закону:

$$U_n = a + (n - 1) \cdot d,$$

где a – первый член прогрессии; n – номер члена ряда; d – разность прогрессии.

Арифметический ряд оказывается разреженным при малых и сгущенным при больших номерах членов. Эта особенность создает при построении рядов предпочтительных чисел определенные неудобства. Поэтому на практике более широкое распространение получили ряды предпочтительных чисел, построенные на базе геометрической прогрессии:

$$U_n = a \cdot \varphi^{n-1},$$

где φ – знаменатель прогрессии.

Ряды предпочтительных чисел удобны частой сеткой чисел при малых номерах членов и редкой – при больших номерах членов ряда, например при знаменателе прогрессии, равном 10 и количестве членов ряда 5, ряд имеет следующие коэффициенты весомости: 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3. Применяются и другие ряды, производные от основного ряда. На базе рассмотренных рядов строятся размерные, параметрические, типоразмерные и другие ряды.

4. Оценки Фишберна, определяемые по выражению:

$$\alpha_j = \frac{2 \cdot (m-j+1)}{m(m+j)}, j = 1, \dots, m.$$

Коэффициенты весомости при $m=5$ имеют следующие значения: $\alpha_1 = 0,33$; $\alpha_2 = 0,229$; $\alpha_3 = 0,15$; $\alpha_4 = 0,089$; $\alpha_5 = 0,0018$.

Отсюда видно, что сумма их не равна 1 и они имеют слишком неравномерную шкалу по сравнению с выражением 20.

Для определения новой стоимости образца пожарной техники и наличия коэффициентов корреляции «затраты – показатель» r_{yxk} , которые удовлетворяют заказчика, коэффициенты весомости целесообразно рассчитывать по следующей формуле:

$$\alpha_k = \frac{r_{yxk}}{\sum_{k=1}^b r_{yxk}}.$$

Анализ результатов расчета показал, что метод аналога (выражения 1–4) дает более точные результаты, чем метод корреляционно-регрессионного анализа для определения новой стоимости образца пожарной техники.

Редко, для оценки новой (прогнозируемой) стоимости образца, применяют комплексирование различных методов и, в частности, укрупненного калькулирования, в котором оценка затрат по основным статьям калькуляции осуществляется с использованием вышеперечисленных методов и некоторой имперической информации.

Особенности рыночных отношений определяет введение в состав новой стоимости коэффициента $Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; s_i)$, учитывающего инфляционные процессы. Для удобства проведения дальнейших расчетов $t_{\text{нач}}$ и $t_{\text{расч}}$ представляются числом t_n , которое показывает количество месяцев в прогнозируемом периоде, определяемое как:

$$t_n = t_{\text{мес.нач}} - t_{\text{мес.расч}} + (t_{\text{год расч}} - t_{\text{год нач}}) \cdot 12,$$

где $t_{\text{мес.нач(расч)}}$ – номер месяца начального (расчетного) момента времени; $t_{\text{год нач(расч)}}$ – год начального (расчетного) момента времени.

Но определение $Y(t_{\text{нач}}, t_{\text{расч}})$ достаточно серьезно осложнено ввиду следующих причин:

1. Точность прогнозных моделей определяется величиной периода ретроспекции. Как показывает опыт экстраполяции, для получения достаточно точных моделей период ретроспекции должен быть в три раза больше дальности прогнозирования.

2. Точность прогнозных моделей зависит и от объема статистических данных, который должен быть достаточным для выявления регулярной составляющей процесса.

Поэтому предлагается следующий подход расчета $Y(t_{\text{нач}}, t_{\text{расч}})$. Для повышения объема статистических данных и определения с достаточной степенью достоверности регулярной составляющей коэффициента $Y(t_{\text{нач}}, t_{\text{расч}})$ можно использовать информацию по удорожанию

не только групп образцов пожарной техники, но и всей продукции промышленного производства в Российской Федерации либо другие доступные данные: месячный уровень инфляции, изменение курса доллара и др.

В качестве аналитической модели, отражающей динамику удорожания продукции промышленного производства, можно использовать разработанные модели, например:

1. Для долгосрочных прогнозов экстраполяции модель имеет вид:

$$Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; s_i) = s_0 + s_1 \cdot \ln(t_{\text{нач}}, t_{\text{расч}}),$$

где коэффициенты s_0 и s_1 получены с использованием метода наименьших квадратов.

2. Для краткосрочных прогнозов можно применять параболическую или экспоненциальную зависимости с введением, при необходимости, одной из тригонометрических функций при большом и быстром изменении инфляции, которая имеет вид:

$$Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; s_i) = s_1 \cdot e^{-s_2 \cdot t_n} \cdot e^{(\frac{1}{\sqrt{t_n}} |\sin \frac{t_n}{2}|)}.$$

Тогда, окончательно новая (прогнозируемая) стоимость образца пожарной техники определяется следующим выражением:

$$C_{\text{пер}} = C_{\text{ан}} \cdot K(X_{\text{пер}}, X_{\text{ан}}) \cdot Y(t_{\text{нач}}; t_{\text{расч}}; s_i).$$

Литература

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 2 (22). С. 37–46.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 37–46.
3. Основы экономической деятельности в Вооруженных Силах / А.В. Бабкин [и др.]. СПб.: ВАС, 1995. 404 с.
4. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Модель новизны технических решений разработок образцов пожарной техники // Сервис безопасности в России: Опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной жизнедеятельности населения: сб. статей по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2017. С. 291–296.

References

1. Skripnik I.L., Voronin S.V. Raschetnaya procedura ocenki tekhnicheskogo urovnya razrabotok izdelij pozharnoj tekhniki // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 2 (22). S. 37–46.
2. Skripnik I.L., Voronin S.V. Obosnovanie razmernosti kompleksnogo pokazatelya tekhnicheskogo urovnya i ego graficheskoe predstavlenie // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2017. № 3 (23). S. 37–46.
3. Osnovy ehkonomicheskoy deyatel'nosti v Vooruzhennyh Silah / A.V. Babkin [i dr.]. SPb.: VAS, 1995. 404 s.
4. Skripnik I.L., Voronin S.V., Kaverzneva T.T. Model' novizny tekhnicheskikh reshenij razrabotok obrazcov pozharnoj tekhniki // Servis bezopasnosti v Rossii: Opyt, problemy, perspektivy. Obespechenie kompleksnoj zhiznedeyatel'nosti naseleniya: sb. statej po materialam IX Vseros. nauch.-prakt. konf. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2017. S. 291–296.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
И.Л. Данилов, кандидат физико-математических наук, доцент;
Н.И. Егорова, кандидат физико-математических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Исследована проблема создания образовательных условий рационального использования интеллектуальных способностей обучающихся и формирования инженерно-технических компетенций в интеллектуальной системе «пользователь – ЭВМ – преподаватель». Приведено описание предложенной интеллектуальной системы обучения: структура, распределение функций преподавателя и обучающегося, способ организации интерактивного взаимодействия посредством ЭВМ. Изложены общие дидактические требования к авторским программным продуктам и образовательные возможности, которые приобретает дисциплина «Физика» в результате их внедрения в процесс обучения.

Ключевые слова: интеллектуальные способности, искусственный интеллект, интеллектуальная система обучения, интерактивное взаимодействие, диалог, эргатическая система, естественный интеллект

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT TRAINING SYSTEMS FOR FUNDAMENTAL DISCIPLINES IN TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

L.V. Medvedeva; I.L. Danilov; N.I. Egorova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article explores the problem of creating educational conditions for the rational use of students intellectual abilities and the engineering and technical competencies formation in the intellectual system «user-computer-teacher». We gave a description of the proposed intellectual learning system: the structure, distribution of the teacher and student functions, the way of organizing interactive cooperation by computers. We outlined the general didactic requirements for the author's software products and the educational opportunities that the discipline «Physics» acquires as a result of their introduction into the educational process.

Keywords: intellectual abilities, artificial intelligence, intellectual training system, interactive cooperation, dialogue, ergatic system, natural intelligence

Интеллектуальной системой обучения (ИСО) принято считать интеллектуальную систему для обучения человека какому-либо роду деятельности. Профессором Е.З. Власовой предложена структура интеллектуальной системы обучения, в которой подсистемами ИСО

являются [1]: интеллектуальный интерфейс, система дидактического планирования, блок объяснений, блок логического вывода, база данных и база знаний.

Интеллектуальный интерфейс разрабатывается для интерактивного обмена информацией между пользователем и системой. Как правило, интеллектуальный интерфейс включает в себя блок когнитивной графики и естественнонаучный блок. Блок когнитивной графики предоставляет пользователю возможность работы с графическими образами, а естественнонаучный блок обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователя и системы «искусственного интеллекта» на естественном языке.

Система дидактического планирования обеспечивает учет уровня подготовки и возрастных особенностей пользователя при персонализированном выборе режима работы информационной системы.

Блок логического вывода осуществляет поиск необходимой информации из баз и блоков информационной системы для выбора конкретного алгоритма решения из числа предложенных возможных способов решения учебной задачи.

База данных включает в себя справочную информацию предметной области конкретной учебной дисциплины (табличные значения физических величин, фундаментальные постоянные и т.д.).

База знаний содержит знания, необходимые для работы системы, и может включать в себя знания предметной области, знания по организации учебной деятельности, знания об ошибках обучающихся, которые он может допустить в процессе решения практических заданий конкретной учебной дисциплины.

Блок объяснения вызывается по запросу пользователя при оценке решений, которые получены информационной системой с помощью базы знаний.

Главным и наиболее трудоемким структурным компонентом ИСО вне зависимости от ее типа является база знаний, в которой хранятся не только знания, необходимые для организации процесса обучения, но и знания о способах решения наиболее типичных для конкретной предметной области задач.

Трудоемкость формирования базы знаний обусловлена тем, что в ее разработке принимают коллективное участие преподаватель конкретной учебной дисциплины, методист предметной области учебной дисциплины, когнитолог и программист.

Главными задачами, которые должны решить совместно указанные специалисты, являются прогнозирование как алгоритма действий обучающегося в процессе решения типовых учебных задач, так и всех его возможных ошибок в процессе реализации алгоритма решения.

Однако очевидно, что с учетом индивидуальности каждого обучающегося «просчитать» все его возможные ошибки практически невозможно, а заранее определенные алгоритмы решения исключают появление оригинального творческого решения (появление второго, третьего и т.д. способа решения одной и той же учебной проблемы). Таким образом, выстраивается собирательный образ «усредненного» обучающегося, который по существу лишается как права на построение авторского алгоритма решения, так и права на собственную ошибку.

Проектирование деятельности пользователя и «прогнозирование» всех его возможных ошибок, а также предоставление пользователю объяснения задачи и ее правильного решения по запросу к интеллектуальной системе лишает обучающегося следующих возможностей:

- работать с нестандартными задачами, в которых все параметры могут быть неопределенными;
- искать нестандартные решения в типовых (стандартных) учебных задачах;
- осуществлять творческий поиск оптимального решения в лабиринте возможностей;
- ошибаться и анализировать причины своей ошибки, а в процессе саморефлексии отрабатывать, развивать и совершенствовать интеллектуальные, общекультурные и профессиональные компетенции.

Современные психолого-педагогические исследования позволяют сделать однозначный вывод о том, что если обучающийся лишается указанных возможностей, то становится невозможным организация этапа личностного творческого преобразования учебной информации. Вместе с тем доказано, что именно от эффективности этапа личностного творческого преобразования информации зависит не только результат трансформации мышления в творческое мышление, одним из проявлений которого является симультанное (одновременное) мышление, но и личностное развитие дивергентных способностей обучающихся и их обучаемости [2–4].

С этих позиций абсолютизация путей совершенствования интеллектуальных систем, то есть абсолютизация технических идей создания «умных» интеллектуальных систем, а не образовательных идей развития «умных» и креативных обучающихся с помощью интеллектуальных систем стала одной из негативных тенденций современного инженерно-технического образования [1].

Основные задачи подготовки современных инженерных кадров в техническом вузе определены в содержании национальной доктрины инженерного образования России, разработанной под руководством доктора технических наук, профессора Ю.П. Похолкова – президента Ассоциации инженерного образования России.

В одном из интервью, посвященном перспективам профессиональной инженерной деятельности, Ю.П. Похолков констатировал следующее:

«Свободный, творческий инженерный труд в условиях рыночной экономики требует инженеров, имеющих не только базовые фундаментальные знания, но и способности ставить и решать задачи в развитии научно-технической сферы. Этот «сплав знаний», умений и навыков и заряженность на победу в конкуренции и определяет уровень компетенций молодого специалиста. Такому не скажешь: «забудь все, чему тебя учили». Он сам знает больше и умеет лучше, чем те, кто сегодня работает на производстве.

Конечно, чтобы такая система подготовки инженерных кадров работала, нужны кардинальные изменения в системе инженерного образования. Здесь речь идет об изменении формы и содержания образовательных технологий, и воспитательной работы».

Следовательно, одной из основных целей разработки обучающих компьютерных систем становится предоставление участникам образовательного процесса таких технических средств, с помощью которых можно обеспечить реальное сближение структуры учебной деятельности и структуры профессиональной деятельности в социальном и предметном аспектах.

Для достижения поставленной цели разработка и внедрение интеллектуальных систем в образовательный процесс современного технического вуза (вне зависимости от его профиля и ведомственной принадлежности) должны обеспечивать создание образовательных условий рационального использования интеллектуальных способностей обучающихся и формирования общекультурных и профессиональных компетенций в интеллектуальной системе «пользователь – ЭВМ – преподаватель» [3].

По мнению авторов, педагогический результат внедрения в учебный процесс интеллектуальной системы «пользователь – ЭВМ – преподаватель» может быть достигнут, если в этой системе обеспечивается:

- конструктивное взаимодействие преподавателя и обучающегося, в котором познавательный диалог является ведущей формой межличностного общения;
- сотворчество преподавателя и обучающегося в процессе поиска решения в лабиринте возможностей;
- отработка механизмов рефлексии и саморефлексии при анализе достигнутых результатов решения;
- приоритет естественного интеллекта исследователя в эргатической («человеко-машинной») системе.

Структура ИСО, которая может обеспечить приоритетную роль естественного интеллекта в эргатической системе, представлена на рис. 1.

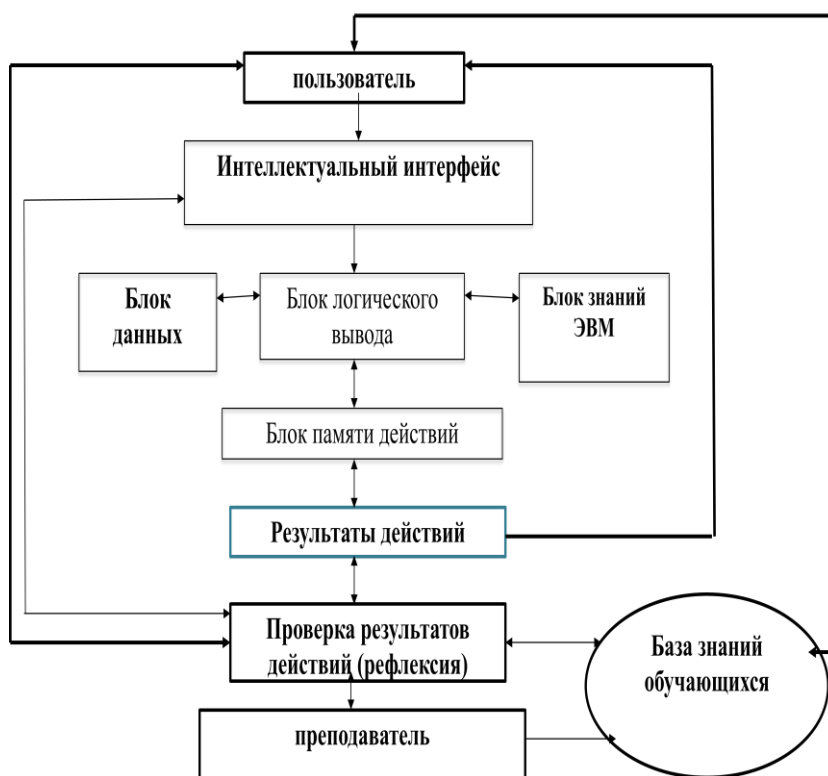


Рис. 1. Структура ИСО с приоритетной ролью естественного интеллекта

Отличительными особенностями предложенной ИСО является отсутствие блока объяснения и базы знаний в системе искусственного интеллекта, а также включение в блок данных ограниченного объема нормативной и справочной информации. При таком подходе в поиске решения задачи субъект познания намеренно вынуждается самостоятельно учиться работать с бумажными источниками необходимой справочной информации, а в случае «тупиковых» ситуаций обращаться за консультацией к преподавателю.

Распределение функций преподавателя и обучающегося, а также способ организации интерактивного взаимодействия и дидактического отношения посредством ЭВМ в человеко-машинной системе представлено на рис. 2.

Таким образом, пользователю в системе «обучающийся – ЭВМ – преподаватель» предоставляется реальная возможность осуществлять интерактивное взаимодействие с ЭВМ в результате дозированного обмена информацией в диалоговом режиме по индивидуальному запросу.

В настоящее время сотрудниками кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности разработаны и внедрены следующие компьютерные программы для выполнения расчетно-графических работ по физике [5, 6]:

- 1) «Изучение распределения Максвелла для молекул идеального газа»;
- 2) «Изучение барометрической формулы для идеального газа»;
- 3) «Построение функции Кирхгофа по формуле Планка. Определение температуры и энергетической светимости тела»;
- 4) «Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны по наблюдению колец Ньютона в отраженном свете»;
- 5) «Изучение распределения интенсивности света в дифракционной картине от одной узкой щели; определение длины световой волны»;
- 6) «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»;
- 7) «Определение электрического сопротивления металлических проводников»;
- 8) «Исследование электростатического поля заряженных объектов»;
- 9) «Изучение движения заряженной частицы в однородном электрическом поле».



Рис. 2. Распределение функций в дидактической системе
«обучающийся – ЭВМ – преподаватель»

На указанные компьютерные программы по физике получены патенты – свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ [7–11].

Вне зависимости от предметного содержания и целеполагания обучающих программных продуктов к их техническим возможностям, которые должны быть предоставлены обучающимся в ходе лабораторно-практических занятий по физике, предъявляются следующие единообразные технические требования [12]:

- отбор, структурирование и систематизация учебного материала (теоретического, справочного и нормативного);
- математические модели, описывающие изучаемые физические явления, должны предоставлять возможность задавать не менее 10–15 вариантов заданий;
- наличие контролирующей составляющей.

Обобщенными дидактическими требованиями к авторским программным продуктам являются:

- удобный для пользователя интерфейс;
- наличие начальной страницы;
- наличие рабочей части программы, выполненной по принципу одного (максимум двух) листов, в которой обучающийся имеет возможность: выбрать номер варианта учебного задания; ознакомиться с основными расчетными формулами; изучить лабораторную установку и принципиальную схему экспериментальных исследований (в том числе и электрическую); записать результаты измерений физических величин в табличной форме; построить графики зависимостей физических величин; рассчитать и оценить погрешности измерений.

В том случае если авторские программные продукты разрабатываются с учетом указанных требований, то они позволяют осуществить следующие дидактические возможности в процессе изучения дисциплины «Физика»:

- проведение лабораторно-практических занятий с подгруппой в компьютерном классе;

- изучение физических процессов и зависимостей, исследование которых в реальных условиях затруднено;
- наглядная графическая демонстрация сложных расчетных функций.

На рис. 3 представлен общий вид рабочей части программы для расчета функции Планка в среде Microsoft Excel после введения номера варианта. На рис. 4 представлена начальная страница расчетно-графической работы «Построение функции Кирхгофа по формуле Планка. Определение температуры и энергетической светимости тела». На рис. 5 представлен вид рабочей части программы «Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны по наблюдению колец Ньютона в отраженном свете» в среде Microsoft Excel.

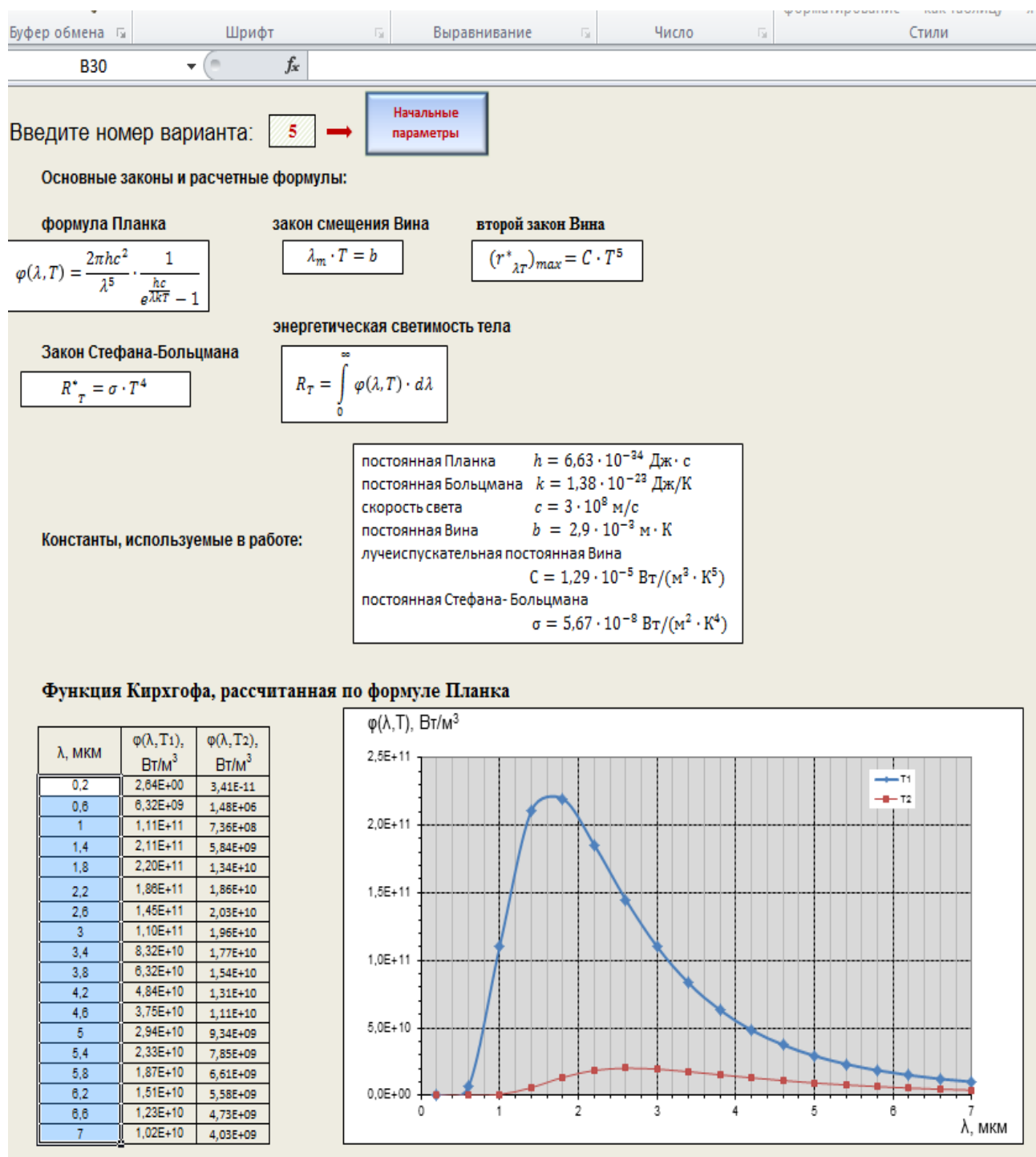


Рис. 3. Вид рабочей части программы для расчета функции Планка в среде Microsoft Excel после введения номера варианта

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2
ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИЙ КИРХГОФА ПО ФОРМУЛЕ ПЛАНКА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
СВЕТИМОСТИ ТЕЛА.



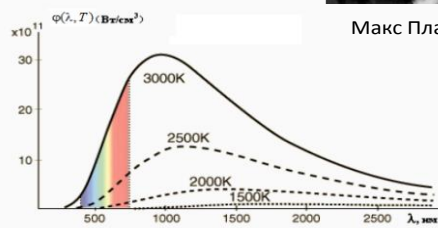
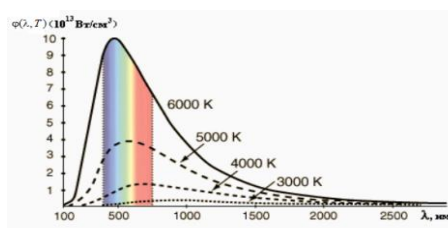
Густав Роберт Кирхгоф

Выполнение работы.

Описание работы:
Теория
Практика



Макс Планк



© САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ, IGPS.RU, 2017.

9

Рис. 4. Общий вид начальной страницы расчетно-графической работы по квантовой оптике

Введите вариант Ввод

Схема установки

Оптический ход лучей

Определение радиуса кривизны линзы

Длина волны $\lambda_1 = 7,20E-07$ м

Номер кольца "k"	Отсчет сверху, мм	Отсчет снизу, мм	D, м	r_k , м	r_k^2 , м ²	r_k^4 , м ⁴	$r_k^2 \cdot k$, м ²	k^2
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Σ								

$$R = \frac{\sum_{k=1}^n (k \cdot r_k^2)}{\lambda_1 \sum_{k=1}^n k^2} = \text{ } \text{ м;}$$

$$\Delta R = \frac{1}{\lambda_1} \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{k=1}^n r_k^4 - \frac{(\sum_{k=1}^n r_k^2)^2}{n} \right)} = \text{ } \text{ м}$$

Рис. 1

Рис. 5. Вид рабочей части программы «Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны по наблюдению колец Ньютона в отраженном свете» в среде Microsoft Excel

В ходе лабораторно-практических занятий по физике использование авторских программных продуктов позволяет обеспечить интерактивное взаимодействие в системе «обучающийся – ЭВМ – преподаватель» и управление деятельностью преподавания-учения в атмосфере взаимной помощи и сотворчества [3].

Обучающиеся личностно осознают ведущую роль исследователя в ходе разрешения проблемных ситуаций и роль ЭВМ как средства учения, отработки компонентов общекультурных и профессиональных компетенций, а также объективной самооценки лично достигнутых результатов освоения учебной дисциплины. Именно при таком функционировании системы «обучающийся – ЭВМ – преподаватель» обеспечивается приоритет естественного интеллекта в человеко-машинной системе, а дидактическая система лабораторно-практического занятия по физике в компьютерном классе действительно становится способной «отдать все человеческое – человеку, а машинное – машине» (Н. Виннер).

Личностное осмысление приоритетной роли человеческого разума в эргатической («человеко-машинной») системе любого ранга в поиске оптимального решения учебных, учебно-профессиональных и научно-технических проблем является одной из методологических проблем всех ступеней современного гуманитарного и технического образования. По образному замечанию А. Эддингтона, только «разум отфильтровывает сущность из бессмысленной мешанины признаков, подобно тому, как призма выделяет цвета радуги из хаотических колебаний белого цвета».

Литература

1. Остроумова Е.Н. Информационно-образовательная среда вуза как фактор профессионально-личностного саморазвития будущего специалиста // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 4. С. 37–40.
2. Знаков В.В. Психология понимания: Проблемы перспективы. М.: Институт психологии РАН, 2005. 448 с.
3. Новиков В.Н. Образовательная среда вуза как профессионально и личностно стимулирующий фактор // *Психологическая наука и образование*. 2012. № 1. С. 110–120.
4. Semradova I., Hubackova S. Virtual Learning Environment and the Development of Communicative Competences // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2013. Vol. 89. P. 450–453.
5. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Лабораторный практикум по физике на основе моделирования в среде MS Excel // *Интернет и современное общество: труды XX Междунар. объедин. науч. конф.* СПб: Университет ИТМО, 2017. С. 104–113.
6. Майер Р.В. Решение физических задач в электронных таблицах Excel: учеб. пособие. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2016. 148 с.
7. Автоматизация изучения характеристик молекул и газов на основе классической статистики Максвелла-Больцмана / И.Л. Данилов [и др.]: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 27 мая 2016 г. № 2016615696. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 12.04.2018).
8. Автоматизация изучения законов и характеристик теплового излучения на основе построения функции Кирхгофа / И.Л. Данилов [и др.]: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 17 июля 2016 г. № 2016616688. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 12.04.2018).
9. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на щели: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 20 окт. 2017 г. № 2017661810. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 12.04.2018).
10. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на дифракционной решётке: Свидетельство о государственной

регистрации программы для ЭВМ от 2 нояб. 2017 г. № 2017662291. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 12.04.2018).

11. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере интерференции в виде колец Ньютона: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 2 нояб. 2017 г. № 2017662290. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 12.04.2018).

12. Данилов И.Л. Изучение основных физических характеристик ионизирующих излучений методом совмещения натурального и виртуального экспериментов // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2014. № 3 (11). С. 78–87.

References

1. Ostroumova E.N. Informacionno-obrazovatel'naya sreda vuza kak faktor professional'no-lichnostnogo samorazvitiya budushchego specialista // Fundamental'nye issledovaniya. 2011. № 4. S. 37–40.

2. Znakov V.V. Psihologiya ponimaniya: Problemy perspektivy. M.: Institut psihologii RAN, 2005. 448 s.

3. Novikov V.N. Obrazovatel'naya sreda vuza kak professional'no i lichnostno stimuliruyushchij faktor // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2012. № 1. С. 110–120.

4. Semradova I., Hubackova S. Virtual Learning Environment and the Development of Communicative Competences // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2013. Vol. 89. P. 450–453.

5. Danilov I.L., Egorova N.I. Laboratornyj praktikum po fizike na osnove modelirovaniya v srede MS Excel // Internet i sovremennoe obshchestvo: trudy XX Mezhdunar. ob"ed. nauch. konf. SPb: Universitet ITMO, 2017. S. 104–113.

6. Majer R.V. Reshenie fizicheskikh zadach v ehlektronnykh tablicah Excel: ucheb. posobie. Glazov: Glazov. gos. ped. in-t, 2016. 148 s.

7. Avtomatizaciya izucheniya harakteristik molekul i gazov na osnove klassicheskoy statistiki Maksvella-Bol'cmana / I.L. Danilov [i dr.]: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM ot 27 maya 2016 g. № 2016615696. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (data obrashcheniya: 12.04.2018).

8. Avtomatizaciya izucheniya zakonov i harakteristik teplovogo izlucheniya na osnove postroeniya funkcii Kirhgofa / I.L. Danilov [i dr.]: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM ot 17 iyulya 2016 g. № 2016616688. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (data obrashcheniya: 12.04.2018).

9. Danilov I.L., Egorova N.I. Avtomatizaciya izucheniya yavlenij volnovo optiki na primere difrakcii na shcheli: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM ot 20 okt. 2017 g. № 2017661810. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (data obrashcheniya: 12.04.2018).

10. Danilov I.L., Egorova N.I. Avtomatizaciya izucheniya yavlenij volnovo optiki na primere difrakcii na difrakcionnoj reshgotke: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM ot 2 noyab. 2017 g. № 2017662291. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (data obrashcheniya: 12.04.2018).

11. Danilov I.L., Egorova N.I. Avtomatizaciya izucheniya yavlenij volnovo optiki na primere interferencii v vide kolec N'yutona: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM ot 2 noyab. 2017 g. № 2017662290. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (data obrashcheniya: 12.04.2018).

12. Danilov I.L. Izuchenie osnovnykh fizicheskikh harakteristik ioniziruyushchih izluchenij metodom sovmeshcheniya naturnogo i virtual'nogo ehksperimentov // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2014. № 3 (11). S. 78–87.

ВОПРОСЫ ПРАВОВОЙ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ ЧИНОВ В ПЕЧАТНЫХ ТРУДАХ XIX ВЕКА

А.А. Ефремов;

**А.В. Козлов, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.**

**Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова Министерства обороны
Российской Федерации**

Проведен анализ печатных трудов видных медицинских специалистов XIX в., занимавшихся вопросами судебной медицины, медицинской полиции и «врачебного законовещения», а также нормативно-правовых актов, регулирующих данные вопросы. Показано, что проблеме правовой подготовки врачей уделялось значительное внимание на протяжении всего XIX в. Идеи медицинских специалистов о важности для медицинских чинов, состоящих на государственной службе, правовых знаний и необходимости систематизации правовой информации, необходимой для обеспечения повседневной деятельности врача, публиковавшиеся в их трудах, находили свое отражение в императивном закреплении в качестве различных нормативно-правовых актов Российской Империи.

Ключевые слова: правовая подготовка, судебная медицина, медицинская полиция, врачебное законовещение, медицинские специалисты

ISSUES OF LEGAL TRAINING OF MEDICAL OFFICIALS IN THE XIX CENTURY PUBLICATIONS

A.A. Efremov; A.V. Kozlov.

S.M. Kirov Military medical academy Ministry of defense of the Russian Federation

The analysis of publications of the XIX century prominent medical specialists dealing with the issues that cover such areas as forensic medicine, medical police and «medical jurisprudence», as well as regulatory legal acts that regulate these issues is made. It has been shown that the issue of legal training of doctors was given considerable attention throughout the XIX century. The ideas of health care professionals, published in their works, the importance of legal knowledge for medical officials in the civil service, and the need to systematize the legal information that provides the day-to-day activities of doctors, were fixed in various regulatory legal acts of the Russian Empire.

Keywords: legal training, forensic medicine, medical police, medical jurisprudence, medical professionals

В условиях реформирования отечественных систем здравоохранения и образования возрастают требования к профессиональной подготовке медицинских специалистов, и в частности, к их правовой подготовке. При исследовании вопросов совершенствования правовой подготовки медицинских специалистов необходимо отметить, что педагогическое понятие «правовая подготовка» имеет глубокие философские и социальные основания, с которыми соотносят генезис проблемы взаимосвязи власти, морали и права. Также, осознание проблем современного состояния правовой подготовки в медицинской образовательной организации невозможно без внимания к историческому ракурсу ее становления в России.

Печатные работы, отражающие понимание отечественного медицинского сообщества о необходимости изучения права медицинскими специалистами, появлялись на протяжении

всего XIX в. Так, к наиболее важным трудам, раскрывающим развитие данного понимания и дальнейшее формирование структуры изложения правовых вопросов, подлежащих изучению для освоения медицинской профессии, можно отнести «Собрание российских законов о медицинском управлении» [1] 1826 г. издания, написанное служащим лейб-гвардии Уланского полка доктором медицины Е.Е. Петровым. Помимо систематизации законов, в данном труде автором было выполнено «краткое обозрение устройства в России врачебной части» и «краткое обозрение постановлений правительства по предмету наук медицинской, фармацевтической, ветеринарной и принадлежащих к ним судной медицины и полиции медицинской». Данное издание являлось наиболее полным собранием российских нормативно-правовых актов разного уровня о здравоохранении за период с 1640 по 1826 г. включительно и призвано было облегчить жизнь практикующим медицинским специалистам в случае возникновения у них вопросов правового характера.

Одной из причин возникновения подобных вопросов могло быть исполнение врачом обязанностей, связанных с судебной медициной.

В 1828 г. был выпущен перевод на русский язык пятого издания «Руководства к судебной медицине» [2], составленного одним из виднейших ученых своего времени доктором Адольфом Генке. Как отмечал автор перевода штаб-лекарь Александр Никитин: «Судебная медицина Генке имеет столько достоинства, что в непродолжительном времени издана она пятым уже тиснением ... но, к сожалению, творение сие, выдержавшее всю строгость критики, доселе оставалось неизвестным для соотечественников наших». Перевод данного труда на русский язык не только восполнил пробел в отечественной медицинской литературе, но и помог интеграции передовых, на тот момент, представлений о судебной медицине в российскую систему здравоохранения, чего требовало состояние развития естественных наук и врачебного искусства в России.

Среди вопросов, рассмотренных в данном сочинении, отдельно необходимо выделить вопросы, непосредственно касающиеся правовой подготовки и правовой грамотности медицинских специалистов по судебной медицине, медицинской полиции и правоведению, в частности:

- «совокупное в прежние времена преподавание предметов судебной медицины и медицинской полиции»;
- «определение понятия о той и другой науке»;
- «разделение той и другой науки»;
- «соединение оных в политическую врачебную науку»;
- «судебная медицина не может быть отдельною системою»;
- «изучение судебной медицины необходимо для врачей»;
- «необходимо ли для судей также изучение оной и в какой степени»;
- «неуместное соединение судебной медицины с положениями правоведения»;
- «исторические известия об усовершенствовании и приспособлении медицины к судопроизводству»;
- «нынешнее состояние сей науки»;
- «различные начала, на коих основано разделение и преподавание предметов судебной медицины».

Касательно судебной медицины также следует выделить изданное в 1832 г. за авторством доктора медицины Императорской медико-хирургической академии Грозовым сочинение «Краткое изложение судебной медицины для академического и практического употребления» [3]. Данное сочинение примечательно тем, что хоть и имеет главным объектом своего рассмотрения отдельные правила судебной медицины, но, также, определяет теоретические аспекты соотношения «Судебной медицины» к «Медицинскому правоведению», «Медицинской полиции» и клиническим наукам. Удостоенный похвалы и высокой оценки современников данный труд использовался не только как надежное руководство для практического судебного врача, но и в качестве основы для академических лекций.

В дальнейшем, правовые вопросы медицинской деятельности, связанные с исполнением врачом обязанностей судебной медицины, не раз поднимались видными медицинскими специалистами. Так, еще видный деятель кафедры судебной медицины Московского университета, заслуженный профессор Московского университета, доктор медицины Александр Осипович Армфельд отмечал, что приложение Государственного врачебноведения, в составе Судебной медицины и Медицинской полиции к интересам жизни юридической и полицейской требует от врачей основательного знания данной науки [4]. Наиболее же показательна, в данном плане, вступительная лекция П.Н. Медведева, ученика выдающегося деятеля отечественной судебной медицины Д.Е. Мина, от 12 января 1863 г. «О значении государственного врачебноведения», опубликованная в Московской медицинской газете. В данной лекции П.Н. Медведев указывал на необходимость знания основ государственного врачебноведения для каждого врача, так как «наш закон может обязать каждого врача быть привлечённым для производства судебно-медицинских и медико-полицейских исследований» [5].

Существенный вклад в развитие системы правовой подготовки медицинских специалистов внес выдающийся российский врач доктор медицины К.К. Гелинг, издавший в 1842 г. актуальнейшее на тот момент сочинение под названием «Опыт гражданской медицинской полиции». В России на тот момент не существовало единого руководства действий «Медицинской полиции», что осложняло и практику рядовых врачей, а XIII том Свода Законов Российской империи, регулирующий медицинскую деятельность, не включал в себя всех тех сведений, которыми занималась «Медицинская полиция», что часто заставляло врачей искать пояснения в остальных томах Свода Законов, издаваемых к нему дополнениях или архивных документах. При этом в отдаленных местах России врачи такой возможности не имели. Осведомленный о таком положении вещей, Гелинг выстроил структуру и содержание своего сочинения так, что его можно рассматривать не сколько, как обзор медицинского законодательства того периода, но, скорее как учебное пособие для восполнения знаний медицинских специалистов [6].

С точки зрения педагогической науки огромный интерес представляет мысль, развитая председателем медицинского совета Михаилом Антоновичем Маркусом, в плане представленного императору сочинения «Опыт государственного врачебноведения, в особенном отношении к медицинскому Устройству в России». Так М.А. Маркус убеждал императора в том, что «в круг образования врачей, вступающих в государственную службу, необходимо должны быть включены основные понятия о государственных законах и учреждениях, и что без сих предварительных сведений нельзя требовать от врачей ни точных познаний о ходе медицинских дел, ни правильного применения к ним существующих узаконений».

Впоследствии (в 1843 г.) им было издано «Краткое руководство для врачей к познанию российских законов, учреждений и государственной службы», явившееся не просто каталогизированным и связанным единой тематикой собранием нормативно-правовых актов, но педагогически грамотно систематизированным сводом необходимой для медицинских специалистов правовой информации. Автор справедливо отмечал, что «всякий врач как член общества, коему поручено попечение о сохранении физического благосостояния народа, для лучшего уразумения круга своей деятельности и положения, занимаемого им в составе государственного устройства, необходимо должен иметь юридические познания; но познания эти должны быть допущены только в такой мере, в какой они могут иметь практическое приложение к гражданской жизни врача». При этом он определял данную меру как «права и обязанности медика, необходимо сопряжённые с его званием» (то есть права и обязанности врача относительно государства, учрежденных им присутственных мест, сословий и лиц), «права и обязанности, принадлежащие врачу как гражданину» и «основы законодательства» [7].

Стоит отметить, что во второй половине XIX в. на государственном уровне начали предприниматься шаги в сторону упорядочения законодательства в области

здравоохранения. Так, в XIII том Свода Законов издания 1857 г. был включен «Устав врачебный» [8]. В дальнейшем же становилось очевидно, что данный документ далеко не содержит всего того, что необходимо знать всякому врачу. Так, помимо прочего, при назначении на определенные должности и для присвоения некоторых степеней и званий соискатели должны были продемонстрировать достаточно высокий уровень правовой подготовки. Соискатель звания инспектора врачебной управы, к примеру, помимо прочего обязан был в присутствии «Испытательного Собрания» выдержать устное и письменное испытание как по вопросам судебной медицины, медицинской полиции, так и «врачебного законоведения», при испытании по которому должен был доказать, что он знаком с ходом дел, порядком службы и устройством врачебного управления в государстве, а равно, что имеет сведения о гражданской службе и правоведении в необходимом для врачей объеме. Без указанных испытаний инспектором врачебной управы мог стать лишь профессор государственного врачебного законоведения, преподававший данную науку в университете или медико-хирургической академии [6].

По мере увеличения объема юридических сведений, необходимых для обеспечения повседневной деятельности различных медицинских специалистов, врачом И.К. Войно был составлен «Сборник законов, правил, наставлений и распоряжений правительства для врачей, фармацевтов, ветеринаров и прочих медицинских чинов» (1871 г.) [9]. Из всех XV томов «Свода Законов» издания 1857 г. и их продолжений, циркуляров Министерства внутренних дел, земских учреждений, судебных уставов гражданского и военного ведомств, городского положения, новой русской фармакопеи и аптекарской таксы И.К. Войно были извлечены правила, необходимые для руководства медицинскому сословию, и изложены параграфами в структурированной системе. Под каждым параграфом были указаны официальные источники, на которые медицинские специалисты могли ссылаться в случае необходимости.

Автор указанного труда стремился к тому, чтобы медицинские специалисты, подобно лицам других ведомств, имели возможность доступа к необходимым для обеспечения их деятельности юридическим сведениям, «дабы не терять из виду разновременных и рассеянных по многим изданиям законов и правил, и видеть ту гармонию, какая существует между медицинскою наукою и законодательством» [9].

Отдельно необходимо выделить правовую подготовку военных медицинских чинов. Как при подготовке военных врачей, так и при прохождении ими военной службы с ними проводились военно-административные занятия с целью укрепления в знании необходимых сведений из военного законоведения, соответствующих законов, уставов (гарнизонной и внутренней службы и дисциплинарного) и других официальных руководств, в которых определялась постановка санитарного дела в военное время. Официальное же закрепление необходимости совершенствования правовой подготовки действующих военных врачей, вне зависимости от занимаемой ими должности, состоялось в 1911 г. [10].

В заключении можно отметить, что проблеме правовой подготовки врачей уделялось значительное внимание на протяжении всего XIX в. Идеи медицинских специалистов о важности для медицинских чинов, состоящих на государственной службе, правовых знаний и необходимости систематизации правовой информации, необходимой для обеспечения повседневной деятельности врача, публиковавшиеся в их трудах, находили свое отражение в императивном закреплении в качестве различных нормативно-правовых актов Российской Империи. Данный факт свидетельствует о наличии влияния медицинского сообщества на систему подготовки медицинских специалистов.

Кроме того, отдельное внимание государства к правовой подготовке военных медицинских чинов и более широкий круг правовых вопросов, предписываемый им к изучению, свидетельствует о важности данного направления их образования, которая актуальна и поныне как для военных врачей, так и для специалистов медицины катастроф, исполняющих свой долг в условиях чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Петров Е. Собрание российских законов о медицинском управлении. СПб.: Въ Типографии Правительствующаго Сената, 1826. 649 с.
2. Никитин А. Руководство к судебной медицине, составленное Адольфом Генке: перевод с пятого умноженного и исправленного издания на Русский язык. СПб.: Въ Типографии Штаба Отдельнаго Корпуса Внутренней Стражи, 1828. 607 с.
3. Громов С. Краткое изложение судебной медицины для академического и практического употребления. СПб.: Въ Типографии Штаба Отдельнаго Корпуса Внутренней Стражи, 1832. 556 с.
4. Программы судебной медицины и медицинской полиции ординарного профессора Армфельда. М.: Архив МГУ, Медицинский факультет, 1848. Д. 119.
5. Медведев П.Н. Кто есть кто в судебной медицине. URL: <http://www.forens-med.ru/pers.php?id=1011>. (дата обращения: 29.01.2018).
6. Гелинг К.К. Опыт гражданской медицинской полиции, примененный к законам Российской Империи. Вильна: Въ Типографии Магциновскаго, 1842. Т. 1. 595 с.
7. Маркус Л.М. Краткое руководство для врачей к познанию российских законов учреждений и государственной службы. СПб.: Въ Типографии Эдуарда Праца, 1843. 198 с.
8. Свод Законов Российской Империи. 1857. Т. XIII.
9. Войно И.К. Сборник законов правил наставлений и распоряжений правительства для врачей, фармацевтов, ветеринаров и прочих медицинских чинов. Киев: Въ Типографии Е.Я. Федорова, 1871. 583 с.
10. Высочайше утвержденное Наставление для санитарно-тактических занятий военных врачей от 20 марта 1911 г. // Собр. Узак. 1911. 16 сент. Отд. I. Ст. 1687.

References

1. Petrov E. Sbranie rossijskih zakonov o medicinskom upravlenii. SPb.: V" Tipografii Pravitel'stvuyushchago Senata, 1826. 649 s.
2. Nikitin A. Rukovodstvo k sudebnoj medicine, sostavlennoe Adol'fom Genke: perevod s pyatogo umnozhennogo i ispravlennogo izdaniya na Russkij yazyk. SPb.: V" Tipografii Shtaba Otdel'nago Korpusa Vnutrennej Strazhi, 1828. 607 s.
3. Gromov S. Kratkoe izlozhenie sudebnoj mediciny dlya akademicheskogo i prakticheskogo upotrebleniya. SPb.: V" Tipografii Shtaba Otdel'nago Korpusa Vnutrennej Strazhi, 1832. 556 s.
4. Programmy sudebnoj mediciny i medicinskoj policii ordinarnogo professora Armfel'da. M.: Arhiv MGU, Medicinskij fakul'tet, 1848. D. 119.
5. Medvedev P.N. Kto est' kto v sudebnoj medicine. URL: <http://www.forens-med.ru/pers.php?id=1011>. (data obrashcheniya: 29.01.2018).
6. Geling K.K. Opyt grazhdanskoj medicinskoj policii, primenennyj k zakonam Rossijskoj Imperii. Vil'na: V" Tipografii Magcinovskago, 1842. T. 1. 595 s.
7. Markus L.M. Kratkoe rukovodstvo dlya vrachej k poznaniyu rossijskih zakonov uchrezhdenij i gosudarstvennoj sluzhby. SPb.: V" Tipografii V" Tipografii EHduarda Praca, 1843. 198 s.
8. Svod Zakonov Rossijskoj Imperii. 1857. T. HSH.
9. Vojno I.K. Sbornik zakonov pravil nastavlenij i rasporyazhenij pravitel'stva dlya vrachej, farmacevtov, veterinarov i prochih medicinskih chinov. Kiev: V" Tipografii E.YA. Fedorova, 1871. 583 s.
10. Vysochajshe utverzhdennoe Nastavlenie dlya sanitarno-takticheskikh zanyatij voennyh vrachej ot 20 marta 1911 g. // Sobr. Uzak. 1911. 16 sent. Otd. I. St. 1687.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ИСТОРИЯ КАК ТЕКСТ: О РОЛИ ЛИЧНОСТИ В СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В.Н. Лукин, кандидат исторических наук,

доктор политических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.Б. Бочаров, кандидат философских наук, доцент.

Северо-Западный институт управления – филиал Российской академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Л.Ю. Гороховатский, кандидат психологических наук.

Международный банковский институт

Представлена точка зрения на историю как текст. Раскрыто содержание мета-текста истории как текстов трех типов: тексты художественной (литературной) истории; тексты научной (доказательной) и тексты вероятностной (альтернативной) истории. Обоснована взаимосвязь личности исследователя и вариантов мета-текста истории. Альтернативная история представлена как способ актуализации прошлого, аккумуляции ретроспективных ракурсов для анализа настоящего и определения содержащихся в нем локусов будущего. Роль исторического нарратива сегодня возрастает, а в условиях продвижения стратегической культуры западной англо-саксонской цивилизации становится одним из факторов социализации, сохранения национальной идентичности и обеспечения национальной безопасности.

Ключевые слова: история, нарратив, мета-текст истории, типы текста, художественная, академическая, вероятностная, альтернативная история, развилки истории, верификация, «текущая реальность»

ALTERNATIVE HISTORY AS A TEXT: THE ROLE OF PERSONALITY IN SOCIO-PSYCHOLOGICAL AND HUMANITARIAN STUDIES

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

A.B. Bocharov. North-West institute of management – branch of the Russian Presidential Academy of national economy and public administration.

L.Yu. Gorokhovatsky. International banking institute

The article presents the view of history as a text. The article reveals the content of the Meta-text history as texts of three types: texts of artistic (literary) history; text of scientific (evidentiary) and texts of probabilistic (alternative) history. The interrelation of the researcher's personality and variants of the Meta-text history is shown. Alternative history is presented as a way of actualization of the past, accumulation of retrospective angles for the analysis of the present and determination of the loci of the future contained in it. The role of the historical narrative is growing today, and in the context of the promotion of the strategic culture of the Western Anglo-Saxon civilization becomes one of the factors of socialization, preservation of national identity and national security.

Keywords: story, narrative, as a piece of writing history, types of text, artistic, academic, probabilistic, alternative history, history of the fork, verification, «current reality»

Современное состояние теоретического знания позволяет исследовать природу концепта «История» от собственно историософских концепций до истории отдельных стран, культур и эпох, преодолевая безмерность и художественные экзерсисы эссеистического дискурса, а равно спекулятивность и абстрактность дискурса научного. Это предполагает определенное позиционирование исследователя в общетеоретическом и методологическом поле. Проблема актуализирована попытками представить даже недавнее, хорошо изученное прошлое в искаженном безальтернативном виде. Это, по мнению Президента Российской Федерации В.В. Путина, используется даже в конкурентной борьбе в геополитике: «Что касается извращения нашей истории, вы знаете, это было почти всегда. На протяжении всей нашей истории» [1].

Изложение статьи будет осуществлено преимущественно в русле дескриптивно-аналитического и отчасти с использованием нормативно-оценочного подходов.

Концептуальный аппарат науки структурирован (архивирован), прежде всего, категориями истина/ложь и верификация (доказательство). Поэтому, по мнению В.В. Налимова, лишь наука представляет тот способ познания, который осуществляет «распаковку смысла», то есть открывает тайны природы, общества и человека и предоставляет к его услугам объективно-обоснованное и рационально-транслируемое знание [2]. Это с легкостью экстраполируется на историю, так как она предстает для читателя (пусть даже и просвещенного) в строгом обличье науки и в ценностном ореоле научности даже в том случае, когда представляется только гипотеза. Такой подход может стать причиной безальтернативного восприятия прошлого, даже в случае его искажения. Возможным способом избежать этого может стать восприятие истории через текст, в создании которого участвуют ученые на правах его создателей, а другие – на правах его читателей.

История есть континуум уже написанных, еще пишущихся и написанных в будущем текстов. Строго говоря, в процессе погружения в пространство науки и культуры все формы и виды деятельности человека обретают модальность текста и могут быть интерпретируемы по-разному. Книга есть текст – в таком контексте можно воспринимать известное высказывание Н.М. Карамзина о том, что «История в некотором смысле есть священная книга народов» [3]. Это можно воспринимать как гипотезу. Но теории, как показывает практика, это те же гипотезы, подтверждаемые или опровергаемые практикой. И здесь важно насколько новая гипотеза эвристически богаче и шире, «историчнее», чем предыдущая.

Трактовка реальности истории как мета-текстовой реальности – обширное исследовательское поле, заслуживающее самостоятельного изучения. Нам остается лишь наметить абрис проблемы, выделив предмет в объекте исследования.

Термин «история» полисемантичен, что означает: ни одно из определений не покрывает всего его «семантического спектра», то есть совокупности всех его значений. Это в одном отношении ограничивает, но, с другой стороны, расширяет горизонты исследовательского анализа, так как оформляет тождество разных определений, не абсолютизируя какое-либо из них. Сам концепт насыщен аксиологическим содержанием и имеет свой спектр коннотаций.

История прошлого представлена в виде самых разных текстов. В таком контексте возможно допущение, что сама история есть текст, своего рода один большой мета-текст. Текст истории возможно как создавать, так и прочитывать. Это означает, что есть акторы (творцы) текста истории и есть его читатели (интерпретаторы). Роль писателей чисто посредническая – быть связующим звеном между первыми и вторыми.

«Консенсусным фактом» уже в отношении самой истории является ее трактовка в качестве науки со всеми атрибутивными признаками последней [2–5]. Наука системна и одним из главных ее структурообразующих элементов являются законы (законы механики, законы сохранения и т.д.). Последние объективны, всеобщы и т.п. Столь же привычно полагать историю объективным надличностным процессом, объяснение и понимание которого возможно через посредство причинно-следственных закономерностей. Но это,

возможно, всего лишь проявление абберации сознания, когда привычное принимается за истинное. Привычка – это не аргумент, что в свое время доказал Д. Юм. В начале XIX в. родоначальник позитивизма О. Конт поставил амбициозную задачу доказать, что существуют законы развития общества, столь же определенные, как и законы падения камня [4, 5].

Толстой Л.Н. в романе «Война и мир» рассуждал о том, что постижение законов истории возможно лишь в том случае, если будет найден «дифференциал истории» и интегрирование которого определяет то, что именуется исторической необходимостью.

Некоторые исследователи считают, что история не имеет объективных законов, кроме тех, которые придумывают пишущие. Все попытки подвести историю под какую-либо закономерность, как-то: божий промысел, понимаемый в качестве конечной цели; прогресс просвещения; «естественно-процесс» смены общественно-экономических формаций, законы возникновения, роста и гибели цивилизаций, «взятые напрокат» у биологии вкупе с толстовским «дифференциалом истории», пока не увенчались успехом [6]. В конце XIX в. историк Э. Мейер принужден был признаться, что многие десятилетия, которые он потратил на то, чтобы доказать: история – это наука – потрачены впустую, и он потерпел фиаско [7]. Случайное (возможное) оказалось абсолютным, а закономерное (действительное) – относительным, ибо ни один закон не в состоянии предусмотреть всех случаев. Для случая нет закона. Закон есть только для случаев. Эти случайности в терминологии Н. Талеба можно было бы назвать прилетом «черных лебедей истории» [8, 9].

Любая деятельность человека, начиная от сугубо рутинной, направленной на выживание, и заканчивая следованием идеалам, защитой ценностей в прошлом, определяющая суть истории, ее самость, не подчиняется никакой кабинетно-измышленной закономерности. В противном случае историк был бы сродни представителю естественных наук и мог бы определенно знать, чем закончится тот или иной процесс и куда может привести то или иное произошедшее событие. В этом случае в силу самого факта у историка появился бы шанс предсказывать события на будущее (сродни предсказанию возвращения кометы Галлея, которое явилось демонстрацией истинности законов Ньютона). Но зачастую удавалось лишь прогнозировать вектор развития событий, но не само событие. Так, Нобелевский лауреат по экономике В.В. Леонтьев по заказу ООН в конце 70-х гг. XX в. рассчитал базовый сценарий годовых темпов роста ВВП на 1990–2000 гг. Он выглядел так: Япония – 3,4 %, СССР – 3 %, США – 2,5 %. В реальности оказалось, что японская экономика переживала в этот период стагнацию, экономика США демонстрировала устойчивый рост, а экономика СССР исчезла вместе со страной [10].

Привычное объяснение, ставшее уже общим местом, состоит в том, что история – это арена деятельности людей, обладающих не только разумом, но и свободой воли. В силу этого никакая историческая последовательность событий не может быть жестко параметризована, то есть течение реки истории невозможно втиснуть в границы детерминизма: течение реки истории – это не траектория движения упругих тел. История индетерминистична и урок истории – это урок свободы. Такая трактовка общеизвестна.

Однако можно предположить и другое объяснение. Если история – это текст, ее акторы (авторы) не занимаются чтением, а читатели не являются ее авторами. В этом смысле возможно допущение, что вышеназванная диахрония создает столь необходимое напряжение для динамики истории, поскольку одних может не устраивать их роль в истории, а других содержание текстов.

Это можно, с определенной долей условности, отнести и к историческим фактам. Во-первых, любой факт подразумевает наличие наблюдателя. Но история не имеет дела с прошлым как таковым, она обращается к прошлому, которое нашло отражение. А отражение всегда индивидуально. Во-вторых, факт должен быть воспроизводимым. Однако историк, как правило, не является непосредственным свидетелем тех фактов, которые он описывает, то есть современником событий, и поэтому не может рассматриваться в качестве их наблюдателя, тем самым мы имеем дело с опосредованным

наблюдением. В качестве посредника могут быть как материальные артефакты, так и письменные источники. Одним словом – тексты. Они предпочтительней, поскольку в них содержится больше информации. Но, тексты пишутся людьми, имеющими право на искреннее заблуждение, и интерпретируются людьми, с правом на ошибку.

Восстановление прошлого по оставленным им следам в настоящем – это задача историка. Тонкость в том, что историк не столько наблюдает, сколько реконструирует, восстанавливает минувшее, используя при этом весь арсенал имеющихся в его распоряжении средств, как-то: анализ, синтез, дедукцию и индукцию, интуицию, воображение и Слово, наконец. Последнее можно рассматривать как средство художественного усиления. Грань между тем, что было на самом деле и тем, что стало после того, когда к этому приложил руку пишущий, становится весьма зыбкой.

Возникает проблема выявления принципиальной разницы между вымыслом и реальностью. Иными словами, тексты исторические и тексты неисторические онтологически изотропны и ряд исторических текстов не обладает презумпцией абсолютной достоверности.

Происходит это даже в силу того, что исследователь, работая с историческими источниками, написанными на естественном языке, его «осовременивает», изменяет язык. Информация, таким образом, неизбежно модифицируется, а аутентичность текста теряется. Так, изначальный текст Геродота сначала был «онаучен», потому что был слишком художественен, но потом вновь олитературен, поскольку оказался избыточно формален. И в том и другом случае современники имеют дело с измененным текстом.

Поиск истины в таком случае затруднен или практически невозможен.

Историк-исследователь имеет дело не с фактами (что есть), а с событиями (что случилось), которые, как правило, уникальны, то есть единственны в своем роде. В этом смысле в реку истории действительно нельзя войти дважды. Исторические факты (или все же события?) являются на самом деле контекстными интерпретациями. В лучшем случае они могут при согласии исторического сообщества стать консенсусными фактами (дата крещения Руси, например).

Любая интерпретация предполагает построение модели, поиск причин, объяснения, то есть так или иначе, – схематизацию. А это, в свою очередь, с неизбежностью означает то, что любая схема/модель объяснения того или иного исторического события/факта будет идеологически нагружена. Историю пишут победители. В настоящее время история объясняется/понимается, чаще всего, нерелексивно. Объяснение замещается механическим заучиванием дат и слепым принятием их на веру. Вместо объяснения событий – их хронология. Отсюда не рефлексирующее чтение истории, а ее заучивание. Такого рода знание истории прагматически бесполезно. Вместо формирования исторического мышления культивируется идеологическая ангажированность.

На взгляд авторов, возможны три варианта обращения к текстам:

- обращение к текстам, которые просто интересно читать и получать удовольствие;
- понимание прагматичности такого рода занятий;
- понимание необходимости изучения истории как составной части онтологии.

Третий вариант – это модель так называемой телеологичной истории, то есть истории, направленной к какой-либо цели, чаще всего приватизируется государством. Именно такая модель истории всячески поддерживает и культивирует миф об однозначном предопределенном (властью, Богом, классами, революциями) ходе истории. Как правило, тексты такой истории содержат только бесспорные факты, достоверные события, однозначные интерпретации. Именно такая история не знает сослагательного наклонения, входит в тексты учебников.

Для российского общественного самосознания значимы, прежде всего, тексты Н.М. Карамзина, С.М. Соловьева, В.О. Ключевского, С.Ф. Платонова, а для советского периода – это история М.Н. Покровского, попытавшегося втиснуть течение русской истории в границы экономического детерминизма или труды Б.Д. Грекова и Б.А. Рыбакова,

непримиримых антинорманистов. Традиция этой версии истории сама имеет свою историю. Так, в сочинениях Вергилия и Тита Ливия произошло окончательное поэтическое и историческое закрепление «римской версии» мировой истории, которая связывалась с ролью, заслугами, личными добродетелями Августа, осуществившего реализацию мечты о «золотом веке».

В России – это Н.М. Карамзин, чей многотомный труд называется не «История России», а «История государства Российского», в котором он выступил апологетом самодержавия, именуя его «палладиумом России».

И тексты беллетризованной истории, и тексты историков-профессионалов, написанные в защиту или в развенчание той или иной концепции, – это крайности.

Второй вариант предполагает возможность извлечения уроков истории, определения будущих перспектив. А если прошлое не знает «белых пятен» и включает только бесспорные факты, достоверные события и однозначные интерпретации, то тексты о таком прошлом не будят фантазию, не провоцируют на размышление и не тревожат совесть. Наш неизбывный интерес к истории зиждется на том, что знаниям о прошлом свойственна принципиально неустранимая неопределенность, неокончателность, оставляющие простор воображению.

Этому может быть, как минимум, два объяснения. В рамках так называемого физического монизма: история общества есть результат проявления социальных мутаций, источник которых – флуктуации (случайности) микромира: принципиальная «неопределенность» процессов, происходящих на квантовом уровне. Это имманентное свойство природы, которая непрерывно транслирует в макромир эту неопределенность, неуклонно разъедающую плотную ткань реальности. Последняя, в силу этого, несет в местах своего истончения следы как прошлого, так и знаки будущего.

Во-вторых, с философской позиции уроки истории – это уроки свободы, возможность выбора, включая и исторический. В подоплеке исторического выбора наши представления (мечты) о будущем и в этом смысле всегда на выбор инициируется образом желаемого будущего. В любую эпоху, в каждый исторический период явно или неявно, мирно или революционно, но идет сложная борьба «за проект» между разными версиями будущего. Своими решениями и поступками общество либо утверждает выбранный проект, либо ставит его под сомнение. В ходе этой борьбы довольно часто общественные системы оказываются в состоянии неустойчивого равновесия, и тогда выбор немногочисленной, но энергичной группы (и даже одного человека), искренне верящей (верующего) в свой проект будущего, может самым радикальным образом изменить траекторию движения всего хода истории (В.И. Ульянов-Ленин и партия большевиков).

Или напротив, рутинная жизнь множества «обычных» людей, преследующих собственные узко-корыстные желания и отстаивающих свои партикулярные интересы, оказывается гораздо сильнее, нежели возвышенные идеалы о светлом будущем идейных реформаторов. Так в XIX в. все попытки «хождения в народ», предпринятые с целью его революционизировать и подвигнуть на выступления против самодержавия, оказались бесплодными. Что, между прочим, стало косвенной причиной для смены тактики и переходу к террору.

В данном случае на историю можно смотреть как на длинную цепочку «точек бифуркации» (точек развилки). Каждый акт выбора отодвигает в тень нереализованные возможности, набор которых, существовавший на момент выбора, по прошествии времени с большим трудом поддается реконструкции.

Фактом существования (реальности) обладает только то, что свершилось, но следует заметить, что не реализовавшиеся пути (векторы) истории не перестают существовать. Они уходят в тень «текущей реальности» и пребывают в виде тоски по утерянному и мечты о несбывшемся, формируя «подсознание» истории текущей реальности. В этом смысле мировая история представляет собой своеобразный вероятностный континуум, структуру которого образует бесконечный ряд альтернативных друг другу историй, каждая из которых

имеет свою степень обоснованности (верификации) и открывает/закрывает пред нами свое окно(а) возможностей от реализовавшихся до не воплотившихся.

Это означает, что реальность привычной нам истории не тотальна. Даже вобрав и инкапсулировав большую часть этих реальностей, реализацией иных приходится жертвовать или отложить. Так что достоверность истории «текущей реальности» – это результирующая нашего выбора, включающая принятые конвенции и согласие с ними.

Есть тексты и, соответственно, история, изложенная в них, ставшие устойчивым представлением большинства; есть тексты, чья истинность, прежде всего, является результатом принятых профессиональным сообществом конвенций; а есть тексты, истинность которых разделяют единицы.

Отдельным и самостоятельным сюжетом является проблема определения истинности вероятностной/альтернативной истории. С формально-логической точки зрения вероятностная история описывается так называемыми контрфактическими высказываниями – условными высказываниями, выраженными в сослагательном наклонении. Вместе с тем высказывание считается истинным, если оно соответствует действительности, но контрфактическое высказывание заведомо не соответствует ей. В таком случае вопрос об истинности (верификации) контрфактического высказывания остается открытым, поскольку открытым остается вопрос об их ложности (фальсификации). А если рассматривать их как импликацию, то импликация ложна только в случае, когда ложен антецедент, то есть причина по отношению к следствию. Но в случае контрфактического высказывания его ложность заключена в самой его структуре по определению (изначально рассматривается то, чего не было в реальности) и установить ложность всего высказывания не представляется возможным. Возникает искушение все контрафактические высказывания признать истинными.

Таким образом, история мира (или мир истории) представляет собой мир текстов трех типов, имеющих свою природу (онтологию): беллетризованная история; санкционированная история; альтернативная история, в которой реперные точки (ключевые события) истории «текущей реальности» могут быть подвергнуты ревизии.

Исследование «точек бифуркации» интересно само по себе и важно с той точки зрения, что в потерянных, ушедших в тень, нереализованных историях содержится то, что, в свою очередь, не реализовала, не воплотила история «текущей реальности», не являющаяся реализацией лучшего варианта (проекта) истории, это – история отсроченного будущего, большинство из нас лишь читатели чужой истории, которая является историей/текстом не о нас.

Развитие возникает как результат взаимодействия поступка и сомнения, и свобода есть в первую очередь развитие, выбор путей, история – это не единственный путь, а расходящиеся направления к альтернативным версиям будущего.

Тексты истории «текущей реальности» дают ответ, а альтернативной поднимают вопросы, то есть инициируют критическое мышление, выступая в роли своеобразного антидота, блокирующего распространение вируса догматизма, обскурантизма и ученого невежества.

Альтернативная история есть способ актуализации прошлого, возможность задать ретроспективные ракурсы для анализа настоящего и определения содержащихся в нем локусов будущего. Незнание иных альтернатив и «упущенных возможностей» [11] формирует неполное, вплоть до искаженного, представление о причинах произошедших событий, характере их протекания, о той роли, которые в них сыграли исторические личности.

Несмотря на разные взгляды на историю, включая объявление Ф. Фукуямой «конца истории» [12], исторические тексты не умирают, сохраняя свое предназначение. Интерес к их изучению сохранится и в будущем. Сам текст истории периодически будет переписываться с учетом получения дополнительной исторической информации верной или ложной.

При желании и включенной рефлексии из истории возможно извлечь урок, который состоит в том, что, скорее всего, история альтернативна. Это означает, что общество обречено на жизнь в недостоверном прошлом, непонятном настоящем и неопределенном будущем.

Литература

1. Путин: искажение истории всегда использовалось как способ борьбы с Россией // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/politics/20170714/1498538440.html> (дата обращения: 07.05.2018).
2. Налимов В.В. В поисках иных смыслов. 2-е изд. СПб.; М.: Центр гуманитарных инициатив, 2013. 464 с.
3. Карамзин Н.М. История государства Российского: в 12-ти т. М.: Наука, 1989. Т. 1. С. 3.
4. Переслегин С.Б. Стратегическая ролевая игра как метод исторического моделирования // Макси К. Упущенные возможности Гитлера. М.: Изд-во АСТ, 2001.
5. Переслегин С.Б. Того, что достаточно для Геродота // Лем С. Сумма технологии. М.: Изд-во АСТ, 2002.
6. Карацуба И.В., Курукин И.В., Соколов Н.П. Выбирая свою историю. Развилки на пути России: от Рюриковичей до олигархов. М.: КоЛибри, 2006. 638 с.
7. Мейер Э. Труды по теории и методологии исторической науки. М.: Изд-во «Государственная публичная историческая библиотека России», 2003. 202 с.
8. Taleb N.N. Black Swan and Domains of Statistics. The American Statistician. August. 2007. Vol. 61. No. 3. P. 1–3.
9. Талеб Н.Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости: пер. с англ. В. Сонькина, А. Бердичевского, М. Костионовой, О. Попова; под ред. М. Тюнькиной. М.: Изд-во «Колибри», 2009. 528 с.
10. Столярков А.М. Освобожденный Эдем. М.: Изд-во АСТ, 2008. 416 с.
11. Макси К. Вторжение, которого не было. М.: Изд-во АСТ, 2001. 560 с.
12. Фукуяма Ф. Великий разрыв: пер. с англ.; под общ. ред. А.В. Александровой. М.: Изд-во АСТ, 2003. 474 с.

References

1. Putin: iskazhenie istorii vseгда ispol'zovalos' kak sposob bor'by s Rossiej // RIA Novosti. URL: <https://ria.ru/politics/20170714/1498538440.html> (data obrashcheniya: 07.05.2018).
2. Nalimov V.V. V poiskah inyh smyslov. 2-e izd. SPb.; M.: Centr gumanitarnyh iniciativ, 2013. 464 s.
3. Karamzin N.M. Istoriya gosudarstva Rossijskogo: v 12-ti t. M.: Nauka, 1989. T. 1. S. 3.
4. Pereslegin S.B. Strategicheskaya rolevaya igra kak metod istoricheskogo modelirovaniya // Maks K. Upushchennye vozmozhnosti Gitlera. M.: Izd-vo AST, 2001.
5. Pereslegin S.B. Togo, chto dostatochno dlya Gerodota // Lem S. Summa tekhnologii. M.: Izd-vo AST, 2002.
6. Karacuba I.V., Kurukin I.V., Sokolov N.P. Vybiraaya svoyu istoriyu. Razvilki na puti Rossii: ot Ryurikovichey do oligarhov. M.: KoLibri, 2006. 638 s.
7. Mejer E.H. Trudy po teorii i metodologii istoricheskoy nauki. M.: Izd-vo «Gosudarstvennaya publichnaya istoricheskaya biblioteka Rossii», 2003. 202 s.
8. Taleb N.N. Black Swan and Domains of Statistics. The American Statistician. August. 2007. Vol. 61. No. 3. P. 1–3.
9. Taleb N.N. Chyornyy lebed'. Pod znakom nepredskazuemosti: per. s angl. V. Son'kina, A. Berdichevskogo, M. Kostionovoj, O. Popova; pod red. M. Tyun'kinoj. M.: Izd-vo «Kolibri», 2009. 528 s.
10. Stolyarov A.M. Osvobozhdenyy EHdem. M.: Izd-vo AST, 2008. 416 s.
11. Maks K. Vtorzhenie, kotorogo ne bylo. M.: Izd-vo AST, 2001. 560 s.
12. Fukuyama F. Velikij razryv: per. s angl.; pod obshch. red. A.V. Aleksandrovoj. M.: Izd-vo AST, 2003. 474 s.

ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ СИСТЕМЫ МЧС РОССИИ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**С.И. Шепелюк, кандидат военных наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
А.А. Рязанов;
С.М. Мурзин.
Уральский институт ГПС МЧС России**

Актуальность проблемы противодействия современным угрозам радиационной и химической направленности определяет необходимость подготовки специалистов в данной области, способных грамотно оценить радиационные и химические опасности и четко действовать в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Подготовка специалистов по радиационной и химической безопасности должна осуществляться на комплексной основе с учетом передовых достижений по данному направлению.

Ключевые слова: подготовка специалистов, химическая безопасность, радиационная безопасность

TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS THE SYSTEM OF EMERCOM OF RUSSIA IN THE FIELD OF RADIATION AND CHEMICAL SAFETY

**S.I. Shepelyuk. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
A.A. Ryazanov; S.M. Murzin. Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia**

The relevance of the problem of combating modern threats of radiation and chemical orientation determines the need for training specialists in this field, able to competently assess radiation and chemical hazards and clearly act in emergency situations of a man-made nature. Training of specialists in radiation and chemical safety should be carried out on an integrated basis, taking into account the latest achievements in this area

Keywords: training of specialists, chemical safety, radiation safety

Независимо от содержания и профессиональной направленности процесс обучения носит творческий характер с обеих сторон: и со стороны обучающихся, и со стороны обучаемых. Усвоение умений, знаний и навыков не простое складирование приобретенного. Это формирование собственного отношения к событиям, предметам и явлениям действительности. Каждая встреча с обучаемыми не похожа одна на другую. Они строятся с учетом многих обстоятельств и являются творчеством обучающихся. Это творчество формируется на глубоком знании педагогики и психологии, особенностей обучаемых, передового опыта воспитания и обучения. Педагогика предлагает целый ряд положений, опираясь на которые можно успешно строить учебный процесс. Это принципы обучения или дидактические принципы. Принципы обучения – исходные положения, определяющие формы, методы и содержание учебной работы в соответствии с общими целями и закономерностями учебного процесса.

Процессу обучения в системе МЧС России присущи те же закономерности, которые присущи процессу обучения в высших учебных заведениях гражданской направленности.

Они отличаются спецификой целей и задач по различным военным дисциплинам, в том числе, по дисциплине «Радиационная, химическая и биологическая защита» [1].

Основные задачи радиационной и химической защиты – своевременное обнаружение радиоактивного и химического заражения, оповещение об опасности органов управления и сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС); недопущение и максимально возможное ослабление воздействия радиоактивного загрязнения и химического заражения на личный состав сил РСЧС и населения, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации (ЧС); обеспечение безопасности сил, проводящих аварийно-спасательные и другие неотложные работы в зонах радиоактивного и химического заражения.

Выполнение задач радиационной и химической защиты требует тщательной подготовки специалистов системы МЧС России в области радиационной и химической безопасности на основе комплексного подхода к обучению, способных грамотно оценивать радиационные и химические опасности и четко действовать в условиях ЧС техногенного характера [2]. Комплексный подход при обучении личного состава способствует успешному формированию знаний, умений и практических навыков в области радиационной и химической безопасности при проведении аварийно-спасательных работ и носит перспективный характер.

Особое значение в проведении занятий играет укомплектованность учебной материально-технической базы.

Материально-техническая база – это комплекс материальных и технических средств, зданий и сооружений, обеспечивающих подготовку обучаемых по данной дисциплине. Она должна обеспечивать качественное проведение всех учебных занятий, которые предусмотрены рабочими, учебными планами, полное усвоение обучаемыми изучаемого материала, приобретение ими методических и практических навыков и соответствовать уровню развития науки и техники.

Основными элементами учебной материально-технической базы являются:

- приборы, учебно-тренировочные средства, вычислительная техника, технические средства обучения, наглядные пособия и др.;
- классы, аудитории, кабинеты, лаборатории, библиотеки;
- учебные городки, специальные учебно-тренировочные комплексы, стрелковые тир и другие объекты, предназначенные для отработки программ по специальной подготовке;
- учебные пособия и учебники, учебно-методические документы и другие материально-технические средства.

К принципам, определяющим содержание, формы и методы проведения занятий, относятся:

- научность обучения;
- сознательность и активность обучаемых;
- наглядность обучения;
- систематичность, последовательность и комплексность в обучении;
- преподавание на уровне доступной трудности;
- коллективизм и индивидуальный подход в обучении;
- прочность знаний, умений и навыков [1, 3].

Успех обучения зависит от правильного использования методов и приемов учебной работы. Они указывают наиболее оптимальные пути подачи материала обучаемым.

Методами обучения называют способы усвоения и передачи знаний, навыков и умений, формирования у обучаемых высоких моральных и психологических качеств, развитие способностей по овладению специальностью.

Ведущим в процессе обучения является метод устного изложения материала: рассказ, объяснение, лекция. В процессе изложения материала используются такие методические приемы, как рассуждение, повествование, описание.

Так же к приемам устного изложения можно отнести беседу. Она построена в форме диалога двух людей: преподавателя и обучающегося или в форме вопросов и ответов.

Наглядные методы являются средствами практического внедрения в учебный процесс принципа наглядного обучения. Основные методы наглядного обучения это показ и демонстрация.

Показ – образцовая демонстрация каких-либо конкретных движений, действий, приемов. Выработка навыков и умений требует от обучающихся многократного правильного повторения изучаемых движений, действий, приемов. Такое повторение называется упражнением. Эти упражнения должны носить систематический характер. С каждым следующим повторением можно вносить новые элементы. Это дает возможность поддерживать на высоком уровне и постоянно совершенствовать навыки и умения. Вторым методом наглядного обучения это демонстрация – задействование в процессе обучения образцов вооружения и военной техники, специального оборудования, спасательной техники, инструмента для аварийно-спасательных работ.

Одним из значимых методов запоминания и обработки материала, тренировки практических навыков и умений принято считать самостоятельную подготовку обучающихся. Наиболее распространенными видами самостоятельной работы являются: самостоятельное запоминание и обработка материала и самостоятельная тренировка практических навыков и умений.

Лекции являются основным видом теоретических занятий. Практически весь материал по изучаемым дисциплинам доводится на лекционных занятиях. Структурно лекционное занятие состоит из следующих частей: организационная часть (проверка наличия личного состава, конспектов, озвучивание организационных вопросов), основная часть (доведение теоретического материала по учебным вопросам) и заключительная часть (подведение итогов, постановка задач на практические занятия).

Практические занятия могут проводиться как в составе учебной группы, так и в подгруппах. К практическим занятиям в подгруппах могут привлекаться несколько преподавателей. В целях эффективности практического освоения образцов вооружения и военной техники, специального оборудования, спасательной техники, инструмента для аварийно-спасательных работ практические занятия могут проводиться методом тренировок. Главным их содержанием является практическая работа каждого обучаемого на своем учебном месте. Практические занятия – основной вид занятий по дисциплине «Радиационная, химическая и биологическая защита».

После того, как преподаватель закончил организационную часть, он методом рассказа доводит до обучающихся объем работы на занятии, приемы, методы и действия, подлежащие отработке, оценивает их важность. Это занимает не более 5–10 мин [3].

Отработка учебных вопросов практического занятия имеет следующую последовательность:

- объясняется назначение образцов вооружения и военной техники, специального оборудования, спасательной техники, инструмента для аварийно-спасательных работ или какого-либо норматива;

- показывается общее устройство и принцип действия изучаемых образцов или выполняется норматив;

- убедившись, что обучаемые усвоили представленный материал, начинается изучение образцов вооружения и военной техники, специального оборудования, спасательной техники, инструмента для аварийно-спасательных работ или какого-либо норматива по элементам, а затем в целом.

Норматив сначала показывается в целом и в обычном темпе. Затем обучающиеся выполняют норматив по частям в замедленном темпе с краткими пояснениями. После этого идет самостоятельная тренировка норматива с последующей сдачей и выставлением оценок.

Все занятия строятся так, чтобы обучаемые были максимально заняты. Для этой цели используется необходимое количество образцов вооружения и военной техники,

специального оборудования, спасательной техники, инструмента для аварийно-спасательных работ. При проведении практических занятий с образцами вооружения и военной техники необходимо оставить время для проведения контрольных осмотров и технического обслуживания.

В заключительной части занятия напоминается тема, учебные вопросы, разбираются действия обучающихся, указываются недостатки, выставляются оценки, ставится задача на следующее занятие [1].

На всех практических занятиях, связанных с действиями на образцах вооружения и военной техники, специальном оборудовании, спасательной технике для недопущения получения травм все обучающиеся должны строго соблюдать требования безопасности, установленные на данных занятиях [2, 4].

За организацию, обеспечение и соблюдение требований безопасности отвечает руководитель занятия.

Таким образом, существующий комплексный подход при обучении личного состава способствует успешному формированию знаний, умений и практических навыков в области радиационной и химической безопасности при проведении аварийно-спасательных работ и носит перспективный характер [5].

Литература

1. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: учеб. пособие. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 160 с.
2. Федотов Ю.В., Шепелюк С.И. О некоторых направлениях морально-психологической подготовки специалистов пожарно-спасательного профиля для проведения АСР по ликвидации последствий ЧС // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2010. № 1 (6). С. 48–52.
3. Галанов А.Б. Система действий ученика и учителя на уроке с использованием телекоммуникационных технологий // Интернет-журнал «Эйдос». 2005. 29 апр.
4. Лебедев С.В. Лекции и семинары по методике преподавания. М., 2005.
5. Вишняков А.В., Рязанов А.А., Мурзин С.М. // Техносферная безопасность. 2016. № 2 (11).

References

1. Erganova N.E. Metodika professional'nogo obucheniya: ucheb. posobie. M.: Izd. centr «Akademiya», 2007. 160 s.
2. Fedotov Yu.V., SHepelyuk S.I. O nekotoryh napravleniyah moral'no-psihologicheskoy podgotovki specialistov pozharно-spasatel'nogo profilya dlya provedeniya ASR po likvidacii posledstvij CHS // Psihologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva. 2010. № 1 (6). S. 48–52.
3. Galanov A.B. Sistema dejstvij uchenika i uchitelya na uroke s ispol'zovaniem telekommunikacionnyh tekhnologij // Internet-zhurnal «EHjdос». 2005. 29 apr.
4. Lebedev S.V. Lekcii i seminary po metodike prepodavaniya. M., 2005.
5. Vishnyakov A.V., Ryazanov A.A., Murzin S.M. // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2016. № 2 (11).

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

А.А. Бобрищев, доктор педагогических наук, профессор;

К.В. Мотовичев;

И.А. Онищенко.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведены результаты исследований авторов по обоснованию структурно-функциональной модели управления физической подготовкой в вузах МЧС России. Данная модель раскрывает содержание технологии управления физической подготовкой курсантов в вузах МЧС России, функций, средств, форм и методов управленческой деятельности, а также процесса их обучения. В ходе педагогического эксперимента была доказана высокая эффективность разработанной структурно-функциональной модели управления физической подготовкой личного состава курсантских подразделений на основе базово-дифференцированного метода управления.

Ключевые слова: структурно-функциональная модель, курсантские подразделения, управление физической подготовкой, базово-дифференцированный метод, вузы МЧС России

STRUCTURALLY FUNCTIONAL MODEL OF PHYSICAL TRAINING IN UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA

A.A. Bobrishchev; K.V. Motovichev; I.A. Onishenko.

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

The results of the authors' research on the substantiation of the structural and functional model of physical training management at EMERCOM universities of Russia are presented. This model reveals the content of technology of management of physical training of cadets in the universities of EMERCOM of Russia, functions, means, forms and methods of management, as well as the process of their training. In the course of the pedagogical experiment, the high efficiency of the developed structural and functional model of physical training management of the personnel of the cadet units on the basis of the basic-differentiated method of management was proved.

Keywords: structural-functional model, cadet unit, management of physical training, basic differential method, universities of EMERCOM of Russia

В настоящее время значительно ужесточились требования к всесторонней физической подготовке выпускников вузов МЧС России. Занятия спортом играют особую роль в обеспечении физической готовности выпускников образовательных учреждений МЧС России, а также способствуют эффективной профессиональной деятельности. Занятия пожарно-прикладными видами спорта приобретают особую значимость. В процессе тренировок у курсантов вузов МЧС России формируются знания и навыки в области пожарной техники, которые необходимы при ликвидации последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций [1, 2].

Необходимость повышения качества физической подготовки в вузах МЧС России вызвана спецификой деятельности сотрудников МЧС России в аварийных ситуациях. Деятельность сотрудников МЧС России в аварийных ситуациях подразумевает применение различных технических действий. В арсенале сотрудников МЧС России в аварийных ситуациях должно быть большое и разнообразное число приемов и методов. Овладеть всем арсеналом технических приемов с высокой степенью эффективности очень сложно. В связи

с этим возникает проблема, требующая внесения коррективов в области доведения действий до совершенства. Высокая вариативность тактических действий в аварийных ситуациях у сотрудников МЧС России высокой квалификации дает им возможность более качественно выполнять свою деятельность. Анализ деятельности сотрудников МЧС России в аварийных ситуациях позволяет выделить технические действия, которые являются наиболее энергозатратными и сложными для выполнения.

Исследование и анализ системы физической подготовки в вузах МЧС России является основным способом изучения и совершенствования построения тренировочного процесса курсантов с учетом их будущей деятельности. При анализе тактических действий сотрудников МЧС России в аварийных ситуациях подбираются наиболее эффективные средства и методы тренировки курсантов с учетом особенностей их будущей деятельности.

Необходимость методического обеспечения физической подготовки курсантов с учетом особенностей их будущей деятельности – это вопрос результативного управления физической подготовкой в образовательных учреждениях МЧС России. Развитие физических качеств: определение первоочередности их развития у курсантов и взаимодействия пропорционального соотношения с учетом особенностей их будущей деятельности является главной задачей эффективного управления физической подготовкой в вузах МЧС России. В ходе управления процессом физической подготовки нужно определить какие качества составляют основу подготовки курсантов в вузах МЧС России, какое место они занимают на различных этапах их будущей деятельности. На сегодняшний день исследования по этим вопросам в физической подготовке курсантов в вузах МЧС России отсутствуют.

Важным вопросом в необходимости улучшения управления системой физической подготовки в вузах МЧС России и научно-методического обеспечения подготовки курсантов является вопрос компетентности преподавательского состава. Из вышесказанного можно заключить, что процесс управления системой физической подготовки курсантов в вузах МЧС России следует поставить на научную основу. В процессе преодоления перечисленных противоречий была разработана модель структурно-функционального управления физической подготовкой в вузах МЧС России.

Эта модель раскрывает содержание технологий управления физической подготовкой курсантов, их обучения, функций, средств, форм и методов управленческой деятельности. Данные составляющие являются основополагающими для модели управления физической подготовкой курсантов в вузах МЧС России. Но многообразие задач, которые необходимо уметь решить в реальных условиях аварийных ситуаций, диктует необходимость многоплановой физической подготовки курсантов с учетом особенностей их будущей деятельности. Разнообразие задач склоняют к поиску наиболее рациональных путей организации физической подготовки курсантов в вузах МЧС России.

Вначале физическая подготовка курсантов в вузах МЧС России строилась на основе изучения особенностей их будущей деятельности. Однако вскоре обнаружилось, что одним изучением этих особенностей невозможно решить всего многообразия задач, которые встречаются в аварийных ситуациях. В результате сформировался метод тренировки курсантов, который называют синтетическим. Суть его состояла в попытке объединить физическую подготовку курсантов с другими видами подготовки в вузах МЧС России. Синтетический метод позволил улучшить качественный уровень физической подготовки курсантов.

Но простое суммирование различных видов подготовки курсантов не принесло нужного результата в обеспечении физической готовности курсантов к будущей деятельности в аварийных ситуациях.

Следующим этапом развития управления системой физической подготовки в вузах МЧС России явилось выделение в процессе обучения курсантов ряда типичных ситуаций, которые наиболее часто встречаются в аварийных ситуациях. Это породило создание ситуационного метода управления системой физической подготовки в вузах МЧС России. Отсутствие универсальности – один из главных недостатков данного метода. Применение

этого метода выстраивается по логическим шаблонам, в то время как реальные аварийные ситуации требуют гибкого интуитивно-творческого мышления от выпускников вузов МЧС России.

Очевидно, что решение данной проблемы возможно только на основе комплексного подхода к управлению системой физической подготовки в вузах МЧС России. Таким подходом обладает базово-дифференцированный метод. Главная идея данного метода состоит в расчленении сложного технического действия в аварийных ситуациях на простые составляющие. Практика показала, что выполнение любого приема в аварийных ситуациях основано на базовом функциональном состоянии.

В процессе обучения курсантов с использованием данного метода управления системой физической подготовки в вузах МЧС России происходит отработка элементарных движений, составляющих основу действий в аварийных ситуациях на базовом функциональном состоянии организма. Этих движений сравнительно немного, а их практическое применение не вызывает особых затруднений. Многие из этих движений включаются в утреннюю зарядку, а также в общую разминку, проводимую в начале занятия по физической подготовке.

Но все это должно строиться на основе высокого базового функционального состояния организма курсантов. Путем построения такой тренировки из разных движений может быть создано огромное количество приёмов для различных аварийных ситуаций. Курсант, освоивший данный принцип тренировки, не имеет в этом необходимости. Любое действие в аварийных ситуациях «конструируется» им для конкретно поставленных условий. Такой подход к тренировке курсантов является универсальным для различных конкретных аварийных ситуаций. Данному методу присуще большое количество вариантов применения приемов и действий в аварийных ситуациях. Выбор того или иного варианта действий определяется конкретной ситуацией, которая отрабатывается на занятиях по физической подготовке.

Таким образом, важным достоинством базово-дифференцированного метода управления системой физической подготовки в вузах МЧС России является возможность значительного повышения продуктивности учебного процесса, построенного на эффективной методике обучения курсантов. Одной из основных установок физической подготовки личного состава курсантских подразделений является целевая направленность физической подготовки на действия в аварийных ситуациях, учитывающая требования к их профессиональной деятельности после окончания вуза МЧС России. Практика показала, что для эффективного управления физической подготовкой в вузах МЧС России необходимо создание соответствующих психолого-педагогических условий.

Объективным показателем высокой эффективности разработанной структурно-функциональной модели управления физической подготовкой личного состава курсантских подразделений служили показатели профессиональной деятельности выпускников вузов МЧС России. Испытуемые экспериментальной группы более эффективно выполняли комплексные профессиональные задачи при проведении аварийно-спасательных работ и ликвидации пожаров. В экспериментальной группе эти результаты в среднем были выше на 17–19 % по сравнению с испытуемыми контрольной группы.

В ходе проведенного исследования выявлено, что организация и планирование спортивных мероприятий в вузах МЧС России с использованием базово-дифференцированного метода управления физической подготовкой является эффективным средством подготовки курсантов. Разработанная модель управления физической подготовкой личного состава курсантских подразделений позволяет в значительной степени повысить уровень физической готовности выпускников к эффективной профессиональной деятельности по ликвидации пожаров и других аварийных ситуаций.

Литература

1. Болотин А.Э. Требования, предъявляемые к профессиональной подготовленности специалистов по защите в чрезвычайных ситуациях // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2013. № 6 (100). С. 15–21.
2. Васильева В.С. Педагогическая модель профессиональной подготовки специалистов по защите в чрезвычайных ситуациях в вузе с использованием служебной деятельности в добровольных пожарных командах // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2013. № 2 (96). С. 14–19.

References

1. Bolotin A.E. Trebovaniya, made to professional readiness of experts in protection in emergency situations // Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2013. № 6 (100). pp. 15–21.
2. Vasilyeva V.S. Pedagogical model of vocational training of experts in protection in emergency situations in higher education institution, with use of office activity in voluntary fire brigades // Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2013. № 2 (96). pp. 14–19.

СИСТЕМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ЗАПАСА С НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

О.В. Леонтьев, доктор медицинских наук, профессор.

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова.

Г.В. Москаленко, кандидат психологических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Е.В. Яковлев, кандидат медицинских наук.

**Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова**

Приведен анализ существующих методов санаторного лечения, который показал, что в настоящее время отсутствуют данные об изменениях психоэмоционального состояния как оценки качества саногенеза.

Ключевые слова: психоэмоциональное состояние, комплексная реабилитация, санаторно-курортное лечение, заболевания системы кровообращения, военнослужащие запаса

RECOVERY SYSTEM OF PSYCHOEMOTIONAL STATE OFFICERS IN RESERVE WITH THE MOST COMMON DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM

O.V. Leontiev. Military medical academy named after S.M. Kirov.

G.V. Moskalenko. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

E.V. Yakovlev. North-western state medical university named after I.I. Mechnikov

The article analyzes the existing methods of sanatorium treatment, which showed that at present there are no data on changes in the psychoemotional condition as an assessment of the quality of sanogenesis.

Keywords: psychoemotional condition, comprehensive rehabilitation, sanatorium treatment, circulatory system diseases, military reserve personnel

Социальная защита военнослужащих является функцией государства и предусматривает в отношении них оказание медицинской помощи надлежащего качества. Медицинская помощь представляет собой комплекс мероприятий, направленных на поддержание и (или) восстановление здоровья.

Анализ материалов исследований по влиянию факторов военного труда на функциональное состояние организма свидетельствует о его выраженных изменениях. Доступность медицинской реабилитации во многом определяется возможностями санаторно-курортного лечения военнослужащих, граждан, уволенных с военной службы, и членов их семей в санаториях Министерства обороны Российской Федерации [1].

Особенности организации и принципы проведения медико-психологической коррекции функционального состояния военнослужащих специальных подразделений Министерства обороны Российской Федерации описаны Д.В. Тришкиным и др. [2].

Комплексная программа для пациентов с заболеваниями системы кровообращения включала в себя пять основных компонентов:

1. Медикаментозная коррекция патологических изменений.
2. Коррекция метаболических и иммунологических нарушений.
3. Восстановление функционального состояния и патологических изменений системы кровообращения методами физического воздействия.
4. Коррекция психоэмоционального состояния, направленная на поддержание положительной профессиональной мотивации.
5. Нормализация профессионально важных качеств пациента.

По механизму воздействия на организм восстановительные мероприятия разделяются на:

1. Неспецифические, направленные на активацию общих компонентов саногенеза, действием нескольких факторов с помощью нагрузочных афферентных воздействий, а также на использование адаптогенов.

2. Специфические, позволяющие улучшить функциональное состояние за счет увеличения устойчивости к действию какого-либо одного неблагоприятного фактора.

По виду воздействующего на организм фактора мероприятия по сохранению работоспособности делят на социально-психологические (психофизиологический отбор, профессиональная подготовка, распорядок дня и др.), физические (ультрафиолетовое облучение, воздействие импульсным электрическим током, закаливание), химические (фармакологические препараты, оксигенация, гипербарическая оксигенация) [3].

По предназначению мероприятия по сохранению работоспособности разделяются на применяемые постоянно и по мере необходимости. Мероприятия первой группы направлены на профилактику неблагоприятных функциональных изменений в организме, сохранение физиологических резервов, повышение неспецифической резистентности организма, предупреждение развития переутомления. Необходима дополнительная витаминизация рациона питания, оптимизация эмоционального состояния.

Использование адаптогенов связано с тем, что эти вещества улучшают функционирование центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и иммунной систем.

Для оптимальной организации физической нагрузки применяют разнообразные тренажеры, оснащенные кардиолидерами, позволяющими составлять индивидуальные режимы тренировок с учетом текущего состояния человека.

Необходимо также уделять внимание оптимизации психоэмоционального состояния. Эффективным способом регуляции психоэмоционального состояния является проведение комплекса психотерапевтических мероприятий.

Повышение резервных и компенсаторных возможностей организма является основной целью медицинской реабилитации и восстановительной медицины, которая включает в себя комплекс физических упражнений и физиотерапевтического воздействия электромагнитных полей сверхвысокой частоты и синусоидальных модулированных токов [4].

Ишемическая болезнь сердца (ИБС), в наиболее распространенной своей форме стенокардии, и артериальная гипертензия значительно понижают резервные возможности организма, особенно при наличии осложнений в виде нарушения сердечного ритма, поэтому проведение сравнительных исследований воздействия различных программ реабилитации, включающих в себя бальнеотерапию и физические упражнения с изменением длительности лечебного курса, представляют практическую и научную значимость.

В этой связи представляет интерес исследование С.Р. Кузнецова [5]. Он определил, что при укороченных 14-дневных сроках санаторно-курортного лечения больший тренирующий эффект бальнеотерапии замечен при ее сочетании с тренировками на велотренажерах, чем в сочетании с преформированными физическими факторами (воздействие электромагнитных полей сверхвысокой частоты и синусоидальных модулированных токов).

Чурсина Т.В. [6] предлагает выстраивать раннюю реабилитацию пациентов ИБС с учетом их самостоятельного выбора параметров физических нагрузок. На выбор, главным образом, влияют их возраст, пол и тяжесть течения заболевания. Так, более молодые выбирали большую нагрузку, по сравнению со старшими. С течением лечения динамика увеличения физических нагрузок по количественному показателю была почти одинакова у обеих возрастных групп, однако качественно она различалась. Так, более молодые пациенты предпочитали наращивать мощность нагрузки, а более старшие – длительность.

Моржицкая Ю.С. [7] выявила эффективность применения маломинерализованных (4–5 мг/л) сероводородных ванн и аппликаций иловой сульфидной грязи при лечении стенокардии и артериальной гипертензии.

Психоэмоциональное состояние больных предлагается регулировать с помощью психокоррекционных программ. В частности, Е.И. Копнина [8] предлагает использовать элементы когнитивно-поведенческой терапии, способствующей изменению отношения больного к своему заболеванию и, как следствие, изменению поведения.

Еще одним эффективным методом в комплексном лечении ИБС зарекомендовал себя метод гипоксически-гиперкапнических воздействий. Цеев Ю.К. [9] показал, что при циклическом и сочетанном действии эффектов гипоксии и гиперкапнии у больных отмечается активизация и совершенствование компенсаторных механизмов, направленных на поддержание газового и кислотно-основного гомеостаза, что положительно влияет на динамику санаторно-курортного лечения.

На современном этапе компоненты реабилитационного процесса ИБС и родственных заболеваний разобщены и работают как отдельные типы лечебного воздействия [10]. Пузин С.Н. [11] считает, что в основе качественного санаторно-курортного лечения лежит нормативно-правовая база, способная к выработке стандарта организации реабилитационных мероприятий, имеющий потенциал адаптироваться под индивидуальные потребности каждого пациента.

Для поддержания на должном уровне саногенеза при санаторном лечении лиц с гипертонической болезнью и ИБС в настоящее время широко применяются интервальный метод дозирования физических нагрузок, а также круговой метод проведения занятий с использованием различных тренажеров.

Основным критерием эффективности сформировавшейся системы санаторного лечения пациентов с болезнями системы кровообращения стало количество проведенных лечебно-профилактических мероприятий и качество жизни пациентов [12]. Таким образом, для восстановления функционального состояния военнослужащих запаса необходим специальный комплекс физиологически обоснованных саногенетических мероприятий.

Восстановление функционирования организма связано с понятием социального эффекта. С точки зрения О.Д. Лебедевой [13], социальный эффект описывает качественные изменения образа жизни человека. Качество жизни человека можно рассматривать с двух позиций: объективной (возможность пользоваться благами: получать образование, приобщаться к культуре, иметь доступ к развлечениям, потреблять достаточно продуктов питания и пр.) и субъективной, описывающей различные аспекты удовлетворенности человека своей жизнью (социальным статусом, профессиональной деятельностью, материальным положением и т.д.).

В данном контексте стоит отметить точку зрения А. Williams и Е. Giardina [14], определяющих социальный эффект как социальные и культурные изменения общественного положения, несущие позитивные или негативные эффекты, а также напрямую или косвенно являющихся продуктом осуществления деятельности, реализации проекта или программы.

Анализ существующих методов и способов санаторного лечения показал, что в настоящее время отсутствуют данные об изменениях психофизиологического, вегетативного статусов как оценки качества саногенеза. Не определена четкая связь между возникновением вегетативных дисфункций у лиц с заболеваниями системы кровообращения и воздействием факторов военно-профессиональной деятельности в прошлом.

Наиболее значимыми факторами, способствующими развитию функциональных изменений у военнослужащих запаса являются: психоэмоциональное напряжение, монотонность деятельности, гипокинезия, особый микроклимат замкнутых помещений в период военной службы.

Все это приводит к возникновению нарушений функционального состояния, которое влияет на нарушение вегетативной регуляции, формирование вегетативных дисфункций, а затем происходит раннее возникновение психосоматической патологии, в частности, гипертоническая болезнь. Важным является комплексная количественная оценка функций организма. Проведение обследования должно применяться поэтапно. На каждом из этапов обязательно использовать лишь одинаковые сравнимые методы исследования.

Недостаточно изучены и теоретически обоснованы саногенетические подходы к санаторному лечению пациентов гипертонической болезни и ИБС у пенсионеров Министерства обороны Российской Федерации в запасе. Возникает потребность в координации и преемственности в проведении комплексных лечебных мероприятий для совершенствования эффективности деятельности по укреплению здоровья у пенсионеров Министерства обороны Российской Федерации в запасе. Важно дальнейшее развитие и обоснование новых методов диагностики и лечения военнослужащих запаса с заболеванием системы кровообращения.

Требуется исследование психологических и клинко-физиологических показателей функционального состояния у пенсионеров Министерства обороны Российской Федерации в запасе в динамике с учетом саногенеза, методов лечебного воздействия.

Литература

1. Пономаренко Г.Н. Организация работы санаторно-курортного учреждения: метод. пособие. СПб., 2009. 128 с.
2. Тришкин Д.В., Титов И.Г., Нечипорук С.А. Особенности организации и принципы проведения медико-психологической реабилитации военнослужащих специальных подразделений Минобороны России // Воен.-мед. журн. 2015. № 6. С. 15–19.
3. Кулешов В.И. Комплексная профилактика и реабилитация плавсостава при хроническом утомлении // Интегративная медицина: новое содержание и перспективы развития: материалы Межрегион. науч.-практ. конф. СПб.: Б.и., 2002. С. 54–56.
4. Чазов Е.И. Эмоциональные стрессы и сердечно-сосудистые заболевания // Вестн. АМН СССР. 1975. № 8. С. 3–9.
5. Кузнецов С.Р. Оптимизация медицинской реабилитации больных ишемической болезнью сердца, ассоциированной с артериальной гипертензией с нарушением ритма сердца при укороченных курсах санаторного лечения: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2010. 238 с.
6. Чурсина Т.В. Оптимизация физической реабилитации больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью на госпитальном этапе: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2008. 267 с.
7. Моржицкая Ю.С. Эффективность комплексного лечения больных ишемической болезнью сердца в сочетании с артериальной гипертензией в условиях курорта: дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 2008. 136 с.
8. Копнина Е.И. Оптимизация лечения больных артериальной гипертензией с использованием психокоррекционной программы: дис. ... канд. мед. наук. Астрахань, 2009. 125 с.
9. Цеев Ю.К. Обоснование и клиническая оценка эффективности использования сочетанного действия гипоксии-гиперкапнии в лечении и реабилитации больных эссенциальной артериальной гипертензией: дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 139 с.
10. Эльгардт И.А. Клинко-функциональные и медико-статистические показатели в определении прогноза у больных, перенесших инфаркт миокарда, и разработка индивидуально адаптированных программ их реабилитации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тверь, 2004. 22 с.

11. Пузин С.Н. Проблемы медико-социальной реабилитации инвалидов // Вестн. С.-Петербург. гос. мед. акад. 2008. № 1. С. 7–10.
12. Цыган В.Н., Святков Д.И., Леонтьев О.В. Патопфизиология артериальной гипертензии. СПб.: МедИнфо, 2012. 132 с.
13. Лебедев О.Д. Оптимизация восстановительной коррекции методами рефлексотерапии и физиобальнеотерапии структурно-функциональных кардиальных нарушений у больных гипертонической и ишемической болезнью сердца: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2004. 307 с.
14. William A., Giardina E. Efficiency in the Public Sector: the theory and practice of cost – benefit analysis // Cambridge: University Press. 1993. 69 p.

References

1. Ponomarenko G.N. Organizatsiya raboty sanatorno-kurortnogo uchrezhdeniya: metod. posobie. SPb., 2009. 128 s.
2. Trishkin D.V., Titov I.G., Nechiporuk S.A. Osobennosti organizatsii i principy provedeniya mediko-psihologicheskoy rehabilitatsii voennosluzhashchih special'nyh podrazdelenij Minoborony Rossii // Voen.-med. zhurn. 2015. № 6. S. 15–19.
3. Kuleshov V.I. Kompleksnaya profilaktika i rehabilitatsiya plavsostava pri hronicheskom utomlenii // Integrativnaya medicina: novoe sodержanie i perspektivy razvitiya: materialy Mezhhregion. nauch.-prakt. konf. SPb.: B.i., 2002. S. 54–56.
4. Chazov E.I. EHmotsional'nye stressy i serdechno-sosudistye zabolevaniya // Vestn. AMN SSSR. 1975. № 8. S. 3–9.
5. Kuznecov S.R. Optimizatsiya medicinskoj rehabilitatsii bol'nyh ishemicheskoy bolezniyu serdca, associirovannoj s arterial'noj gipertenziej s narusheniem ritma serdca pri ukorochennykh kursakh sanatornogo lecheniya: dis. ... d-ra med. nauk. M., 2010. 238 s.
6. CHursina T.V. Optimizatsiya fizicheskoy rehabilitatsii bol'nyh ishemicheskoy bolezniyu serdca i gipertонической bolezniyu na gosital'nom eh tape: dis. ... d-ra med. nauk. M., 2008. 267 s.
7. Morzhickaya Yu.S. Ehffektivnost' kompleksnogo lecheniya bol'nyh ishemicheskoy bolezniyu serdca v sochetanii s arterial'noj gipertenziej v usloviyah kurorta: dis. ... kand. med. nauk. Perm', 2008. 136 s.
8. Kopnina E.I. Optimizatsiya lecheniya bol'nyh arterial'noj gipertenziej s ispol'zovaniem psihokorrekcionnoj programmy: dis. ... kand. med. nauk. Astrahan', 2009. 125 s.
9. Ceev Yu.K. Obosnovanie i klinicheskaya ocenka ehffektivnosti ispol'zovaniya sochetannogo dejstviya gipoksii-giperkapnii v lechenii i rehabilitatsii bol'nyh ehssencial'noj arterial'noj gipertenziej: dis. ... kand. med. nauk. M., 2008. 139 s.
10. Ehl'gardt I.A. Kliniko-funktsional'nye i mediko-statisticheskie pokazateli v opredelenii prognoza u bol'nyh, perenesshih infarkt miokarda, i razrabotka individual'no adaptirovannykh programm ih rehabilitatsii: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Tver', 2004. 22 s.
11. Puzin S.N. Problemy mediko-social'noj rehabilitatsii invalidov // Vestn. S.-Peterburg. gos. med. akad. 2008. № 1. S. 7–10.
12. Cygan V.N., Svyatov D.I., Leont'ev O.V. Patofiziologiya arterial'noj gipertenzii. SPb.: MedInfo, 2012. 132 s.
13. Lebedev O.D. Optimizatsiya vosstanovitel'noj korrektsii metodami refleksoterapii i fiziobal'neoterapii strukturno-funktsional'nykh kardial'nykh narushenij u bol'nyh gipertонической bolezniyu serdca: dis. ... d-ra med. nauk. M., 2004. 307 s.
14. William A., Giardina E. Efficiency in the Public Sector: the theory and practice of cost – benefit analysis // Cambridge: University Press. 1993. 69 p.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ

**О.А. Губанова, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматривается зарубежный опыт подготовки пожарных, который свидетельствует, что продуманная, хорошо организованная подготовка в первую очередь базовая, является необходимым условием успешного реагирования и минимализации вторичного ущерба.

Ключевые слова: подготовка пожарных, природные катаклизмы, зарубежный опыт, обучение, повышение эффективности действий, добровольные пожарные, специальная подготовка

FOREIGN EXPERIENCE IN TRAINING FIREFIGHTERS

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

The article considers the foreign experience of training firefighters, which shows that the thoughtful, well-organized training, first of all, primarily a basic one, is a necessary condition for successful response and minimization of secondary damage.

Keywords: preparation of firefighters, natural disasters, foreign experience, training, increasing the effectiveness of actions, voluntary firefighters, special training

В наши дни личный состав пожарной охраны должен обладать обширными познаниями в профессиональной сфере, чтобы принимать верные решения в сложных, критических ситуациях, так как в ходе пожаротушения и спасательных операций речь идёт не только о спасении материальных благ, но и человеческих жизней.

Зарубежный опыт свидетельствует, что продуманная, хорошо организованная подготовка в первую очередь базовая, является необходимым условием успешного реагирования и минимализации вторичного ущерба.

В Венгрии, как и в большинстве промышленно-развитых стран, происходит рост числа аварий и катастроф на фоне снижения числа пожаров. При этом общее количество операций с участием пожарных за последние полтора десятилетия возросло почти в два раза.

Ущерб, который наносят природные катаклизмы (ураганы, ливни, наводнения), аварии на транспорте и в промышленности, а также другие природные и техногенные катастрофы; распространение сложных производственных технологий и концентрация крупных материальных ценностей; постоянно возрастающая угроза безопасности населения – всё это вместе взятое требует от пожарной охраны и органов защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) быстрого, эффективного и профессионального реагирования при проведении аварийно-спасательных операций.

В последние годы резко увеличился транспортный парк страны, что привело к перегруженности шоссейных и железнодорожных магистралей. Неизбежное следствие этого – рост числа аварий, в том числе при транспортировке опасных грузов. Подобные дорожно-транспортные происшествия легко могут перерасти в катастрофу. Увеличение количества и эффективная ликвидация последствий таких аварий требуют от пожарных и сотрудников других органов защиты высокой профессиональной подготовки и, следовательно, специального обучения личного состава.

Обучение ведётся на трёх уровнях: начальная/базовая подготовка (первая ступень), среднее (вторая ступень) и высшее образование (третья ступень). Здесь следует отметить, что система высшего специального образования строится на основании требований Болонского процесса. Все курсы подготовки и повышения квалификации, включённые

в Государственный перечень профессий и образовательных стандартов, базируются на принципах андрагогической модели образования, поскольку в пожарной охране могут служить только совершеннолетние (старше 18 лет) граждане Венгрии.

Оперативный состав пожарной охраны обязан окончить профессиональные начальные (базовые) курсы подготовки личного состава.

Основой её является теоретическая подготовка, которая затем дополняется практическими занятиями.

Время обучения профессионального пожарного составляет 650 ч; соотношение теоретических и практических занятий – один к четырём.

Повышение эффективности действий личного состава возможно только при наличии необходимых кадровых, материально-технических и организационных условий. Без этого профессиональная пожарная охрана не может соответствовать требованиям времени, постоянным изменениям окружающей среды и выполнять задачи, сформулированные в законе. Начальное профессиональное обучение пожарных служит для получения базовых теоретических и практических знаний и навыков. Соблюдение тематических пропорций является достаточным для закрепления знаний. В ходе занятий обеспечено наличие необходимого оборудования и средств индивидуальной защиты, однако в этой области требуется постоянное развитие. Имеющаяся техническая база достаточна для проведения обычных спасательных работ, однако многократное использование специального спасательного оборудования невозможно без формирования соответствующих навыков. Разумеется, окончательное их закрепление происходит уже в ходе реальных боевых действий по спасению; учения только ускоряют процесс формирования этих навыков.

Франция. Противопожарные меры во Франции имеют силу закона, они прописаны в «Трудовом законодательстве». Те, кто на предприятиях нарушает данные меры, могут предстать перед судом. Так что наличие огнетушителей в ресторане, магазине или госучреждении непереносимая необходимость. Их количество должно соответствовать параметрам помещения и материалам, которые использовались при его строительстве. В первую очередь это отслеживают соответствующие службы городских, а в провинции – региональных префектур и муниципалитетов и государственные органы.

Также к этой работе привлекается полиция, у которой есть право проверять состояние противопожарных мер. Но вся работа по их обеспечению – закупка и установка противопожарного оборудования, регулярный контроль, за все это несет ответственность руководство предприятия. И именно они должны будут отвечать за это в случае ЧС [1].

Во Франции лишь 50 тыс. человек профессиональных пожарных, а 200 тыс. человек – добровольцы.

В больших городах с различными чрезвычайными происшествиями, в том числе пожарами, борются профессиональные пожарные. А вот в провинции – добровольцы. Это не означает, что они хуже подготовлены.

Во Франции практикуется принцип смешанного комплектования пожарных частей – в пожарной части добровольные пожарные совместно с профессионалами несут дежурство в составе дежурных смен.

Все добровольные пожарные в обязательном порядке проходят специальную подготовку – это как минимум 250–260 ч. Успешно сдают экзамены, после чего с ними заключают контракт на пять лет, который может быть пролонгирован. Хотя добровольцы, возраст которых составляет от 16 до 55 лет, становятся «пожарными» на добровольной основе, им все-таки платят. Во Франции деятельность добровольных пожарных формирований направлена не только на предотвращение и тушение пожаров, но и на оказание помощи во всех аварийных ситуациях, на ликвидацию последствий ЧС.

Также во Франции предусмотрена прибавка к основной пенсии для тех добровольцев, которые отработали и посвятили этой благородной миссии многие годы своей жизни. При 20-летнем стаже они получают 450 евро в год. При стаже 35 лет и более – 1 800 евро в год.

В Италии корпус пожарных имеет в своем составе добровольцев, которые состоят в основном из числа профессиональных пожарных, у которых закончился срок службы, и которые по закону автоматически зачисляются в добровольный резерв.

В Финляндии борьба с пожарами в сельской местности, в основном, возложена на добровольную пожарную службу, почти всегда добровольные пожарные заключают контракты с региональными органами по ЧС. Добровольные пожарные части в Финляндии существуют также в городах, но в очень небольшом количестве [2].

В Польше существует Государственная пожарная служба – профессиональная пожарная служба, которая охватывает всю территорию от своих станций в городах и поселках. Однако в сельских районах местные жители могут создать добровольную пожарную службу в рамках соответствующего закона. Такая добровольная пожарная охрана может получить финансовую помощь от правительства на оборудование и обучение персонала. В некоторых районах Польши почти в каждом селе есть добровольная пожарная служба, поскольку члены этой общины пользуются большим уважением. С другой стороны, добровольческая пожарная служба полностью интегрирована с системой ЧС. Любой вызов на номер пожарной службы направляется в ближайшую Государственную пожарную службу, которая сначала разворачивает ближайшую добровольную пожарную службу, а затем помогает им с государственными силами [2].

Федеративная Республика Германия, население которой составляет 82,5 млн человек, состоит из 16 земель (наиболее крупная административно-территориальная единица) и 14 тысяч общин (наиболее мелкая административно-территориальная единица). Конституцией Германии задачи пожарной безопасности переданы в ведение земель. Руководство противопожарной службой земель осуществляют земельные министерства внутренних дел. В соответствии с законодательством о пожарной безопасности земель за организацию и поддержание боеготовности пожарной охраны непосредственно отвечает администрация конкретной общины или города [3].

Пожарные команды в маленьких городах Германии комплектуются из добровольцев-волонтеров. Пожарных, получающих деньги, там нет. Согласно законам Германии, в городах с населением выше, чем 100 тыс. человек, должны быть государственные пожарные службы. Городам Германии с населением меньшим, чем 100 тыс. человек, не запрещается иметь пожарные службы с постоянными работниками. Наряду с государственными сотрудниками в Германии везде могут работать и добровольцы. Количество профессиональных пожарных в Германии составляет примерно 2 % от общего числа пожарных.

Телефон вызова пожарных в Германии – 112, что совпадает с номером единой европейской службы спасения. То есть, где бы вы не находились в Европе, в любой экстренной ситуации можете набирать номер 112, как впрочем и в России.

Все организации, занимающиеся противопожарной охраной, являются членами пожарного союза Германии. Примечательно то, что все данные организации можно фактически разделить на две группы, относящиеся к добровольной противопожарной службе (63 %) и к профессиональной противопожарной службе (34 %) [3].

Каждый доброволец службы имеет пейджер, который носит всегда с собой. При возникновении происшествия, требующего помощи пожарных, доброволец получает сообщение и действует по заранее разработанному плану. Организация Германии, в которой работник покидает свое рабочее место из-за тревоги пожара, получает компенсацию от города. Аналогичное правило работает и при возникновении учебных тревог. Оповещение пожарных по мобильному телефону в Германии запрещено. Иногда в маленьких городках Германии отсутствуют пожарные службы, а для государственной пожарной бригады он еще недостаточно крупный. Тогда власти города назначают пожарных «добровольцами» из числа государственных служащих. Добровольцы выполняют свои обязанности пожарных бесплатно до появления в городе настоящих добровольцев. Но такие случаи в Германии редки. Пожарные регулярно проводят учения.

Китай. В наиболее опасные дни все пожарные отряды в Китае переводятся на повышенный режим несения службы. Помощь им оказывают добровольцы. Благодаря широкой пропаганде каждый из них знает, что делать в экстренной ситуации. При том, что ни о какой награде или материальном вознаграждении речь не идет. В китайцах до сих пор очень сильно развито чувство общественного долга [4].

Великобритания. У британских пожарных широкий профиль деятельности: они и к обрушившимся строениям приезжают, и от наводнений спасают, и к месту дорожно-транспортного происшествия прибывают. Ни одно серьезное ЧП в стране не обходится без участия этих профессионалов, существующих в рамках пожарных подразделений. В Британии существует единый номер для всех ЧС, включая и пожар, и вызов скорой помощи – это номер 999.

Профессиональный уровень британских пожарных и пожарной службы очень высок и считается одним из лучших в мире. Закон в Британии вменяет в обязанность всем владельцам коммерческих и общественных помещений постоянно проверять свои владения на предмет их защищенности от пожара. И, кстати, иметь план спасения на пожарный случай или на случай задымления здания.

Кроме того, по закону работодатель обязан ознакомить свой персонал с правилами противопожарной безопасности. Для этого пожарные службы Британии создают специальные, не очень дорогие платные курсы обучения.

Пожарная охрана в России состоит из государственной, муниципальной, ведомственной, частной и добровольной противопожарной службы. Добровольным пожарным может стать любое лицо, достигшее возраста 18 лет и способное по состоянию здоровья осуществлять функции, связанные с профилактикой и тушением пожаров, а также проведением аварийно-спасательных работ. Виды подразделений добровольной пожарной охраны делятся на: добровольную пожарную команду и добровольную пожарную дружину.

Пожарная охрана МЧС России среди своих основных задач осуществляет организацию профилактики пожаров, решает вопросы спасения людей и имущества на пожарах, выполняет организацию тушения пожаров и проведение аварийно-спасательных работ. Профессиональных специалистов пожарной охраны, прежде всего, готовят в:

- Академии Государственной противопожарной службы МЧС России;
- Академии гражданской защиты МЧС России;
- Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России;
- Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России;
- Сибирской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России;
- Уральском институте Государственной противопожарной службы МЧС России и других организациях.

Очевидно, что пожарная охрана России очень внимательно относится к кадровому вопросу.

Подразделения пожарной охраны существуют в каждом аэропорту, морском порту, на атомной электростанции, нефтеперерабатывающем заводе и иных крупных объектах. Они выполняют задачи по пожарной охране указанных объектов, но могут осуществлять тушение других объектов при экстренной необходимости. Серьезные пожарные меры принимаются для обеспечения безопасности военных аэродромов, космодромов, полигонов.

При увольнении сотрудников пожарной охраны с выслугой более 20 лет либо 12,6 лет стажа службы и не менее 25 лет общего стажа сотрудникам оформляется пенсия, которая в среднем по стране составляет 25 000 руб. в месяц, что является значительно выше гражданских пенсий по стране.

Также данным сотрудникам, которые увольняются со службы по положительным основаниям, выплачивается выходное пособие [5].

Литература

1. Прокофьев В. На всякий пожарный // Рос. газ. 2009. 14 дек. № 5063.
2. Volunteer_fire_department-Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Volunteer_fire_department (дата обращения: 28.03.2018).
3. Соколов С.В. Пожарные Германии. Пожарная охрана Германии. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnye-germanii-pozharnaya-oxrana-germanii/> (дата обращения: 30.03.2018).
4. Дмитриева О. Кто и как за границей отвечает, чтобы в кафе, танцклубе или доме не было возгораний. URL: <https://fort-i-ko.livejournal.com/16324.html>. (дата обращения: 30.03.2018)
5. Воробейчикова О.П., Губанова О.А. Правовые аспекты социальных гарантий сотрудников ФПС ГПС МЧС России // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2013. № 2 (19). С. 58–63.

References

1. Prokof'ev V. Na vsyakij pozharnyj // Ros. gaz. 2009. 14 dek. № 5063.
2. Volunteer_fire_department-Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Volunteer_fire_department (data obrashcheniya: 28.03.2018).
3. Sokolov S.V. Pozharnye Germanii. Pozharnaya ohrana Germanii. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnye-germanii-pozharnaya-oxrana-germanii/> (data obrashcheniya: 30.03.2018).
4. Dmitrieva O. Kto i kak za granicej otvechaet, chtoby v kafe, tancklube ili dome ne bylo vozgoranij. URL: <https://fort-i-ko.livejournal.com/16324.html>. (data obrashcheniya: 30.03.2018)
5. Vorobejchikova O.P., Gubanova O.A. Pravovye aspekty social'nyh garantij sotrudnikov FPS GPS MCHS Rossii // Pravo. Bezopasnost'. CHrezvychajnye situacii. 2013. № 2 (19). S. 58–63.

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВЬЯ СОТРУДНИКОВ МЧС СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

**Ю.А. Титаренко, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены требования к сохранению и развитию здоровья человека. Раскрыты критерии, характеризующие здоровье. Предложены методы эффективной организации физической подготовки с целью укрепления здоровья. Определены роль и место физических упражнений в формировании здорового образа жизни.

Ключевые слова: виды здоровья, критерии здоровья, физические упражнения, физическая активность, физическое здоровье, работоспособность

REQUIREMENTS TO PHYSICAL TRAINING OF EMERCOM OF RUSSIA EMPLOYEE

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

The article is devoted to the preservation and development of human health. The criteria characterizing health are revealed. The methods of effective organization of physical training for the purpose of health promotion are offered. The role and place of physical exercises in the formation of a healthy lifestyle are determined.

Keywords: types of health, health criteria, exercise, physical activity, physical health, performance

Здоровье по определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Культура здоровья предполагает сохранение и развитие психических и физиологических качеств человека при оптимальной работоспособности, социальной активности и максимальной продолжительности жизни [1].

В 2001 г. Г.Л. Апанасенко вывел собственное определение. Он говорил о том, что здоровьем называется динамическое состояние человека, которое зависит от резервов организма, например устойчивости к внешним негативным факторам, способности компенсирования патологического стресса, что встречается в нашей жизни повсеместно. Им были раскрыты дополнительные критерии, которыми характеризуется здоровье, виды здоровья и их уровень. Критерии здоровья характеризуются пластическим, энергетическим и необходимым информационным обеспечением процессов, выступающих в роли организаторов всей деятельности организма. Кроме того, здоровье в обязательном порядке подразумевает возможность проявления социальных и биологических функций, то есть естественное желание продолжения рода либо выживаемость и сохранение собственной особи [2].

В современном мире образ жизни человека существенно изменился. Физическая активность людей значительно снизилась. Человеческий организм постоянно подвергается воздействию стресса и напряжения. Трудовые потери рабочего времени из-за болезней не снижаются. В 2016 г. врачами было проведено обследование учащихся московских вузов в возрасте 18–22 лет, по результатам данного обследования было установлено, что иммунная система молодого поколения стала более уязвима к заболеваниям среди юношей: на 29 % по сравнению с 1980 г., на 22 % по сравнению с 1990 г.; среди девушек: на 23 % по сравнению с 1980 г., на 19 % по сравнению с 1990 г.

С учетом рекомендаций ВОЗ в июле 1993 г. в России был принят Закон «О здоровье», на основании которого разработана национальная программа «Здоровье для всех к 2000 году».

Реализация этой программы позволила расширить экономический потенциал, изменить экологическую ситуацию, устранив перекосы в социальной сфере, что положительно сказалось на здоровье общества. Продолжительность жизни населения начала расти. Возникла необходимость продления активного периода жизни. Эта проблема напрямую связана с состоянием здоровья. Состояние здоровья в любом возрасте определяет качество жизни человека. Можно сказать, что проблеме сохранения здоровья необходимо рассматривать как фактор национальной безопасности страны.

Вышеперечисленная характеристика здоровья, конечно, необходима для изучения и понимания. Рассмотрим, от чего зависит состояние здоровья на практике.

По данным исследований ВОЗ здоровье человека зависит от наследственности – на 20 %, окружающей среды – на 20 %, медицинского обеспечения – на 10 %, образа жизни – на 50 %. Наследственность и состояние окружающей среды от нас мало зависят, качественное медицинское обеспечение не всегда доступно. В тоже время образ жизни полностью зависит от человека, его знаний, умений, желания и воли. Он состоит из режима труда и отдыха, физической активности и полноценного питания.

Говоря о здоровье, прежде всего, обращают внимание на телесное или физическое состояние организма. Данное понятие легко можно увидеть во всех вышеназванных теоретических определениях. Физическое здоровье – это такое состояние личности, при котором наблюдается оптимальная регуляция жизненных процессов независимо от внешних показателей. Кроме того, к данной группе также можно отнести высокую степень устойчивости и адаптации к многочисленным факторам среды, а также гармонию всех физиологических процессов. Основные показатели физического здоровья это:

- степень физической активности и физической подготовленности;
- физическое развитие;
- тренированность организма, которая зависит от регулярности и системности тренировок.

Физическая активность является одной из наиболее существенных составляющих здорового образа жизни. Доказано, что физическое состояние организма прямо влияет на здоровье [3].

Принцип оздоровительной направленности физических упражнений является одним из основных в физической культуре. Тем не менее его осуществление встречает определенные трудности. Системы физического воспитания зачастую направлены на достижение высоких спортивных результатов. Не секрет, что большие физические нагрузки или не соблюдение принципов тренировок может отрицательно повлиять на состояние здоровья. Основные показатели здоровья требуют систематической проверки. Контроль над состоянием здоровья в значительной мере зависит от диспансеризации. Своевременная углубленная диспансеризация является основой поддержания и сохранения здоровья. Она должна быть доступной и бесплатной.

Сохранение здоровья и его улучшение предполагает комплексный подход к решению этой задачи. Выделяются следующие направления по формированию здорового образа жизни:

- изучение и реализация научных подходов к формированию здорового образа жизни;
- формирование правильной мотивации;
- создание условий трудовой деятельности, способствующих сохранению здоровья.

Занятия физическими упражнениями необходимы человеку как средство психологической разгрузки и укрепления здоровья. Сотрудники, регулярно занимающиеся физическими упражнениями, имеют более высокую стрессоустойчивость, менее подвержены депрессиям и неврозам.

Правильно подобранные, посильные физические нагрузки, безусловно, оказывают положительное влияние на состояние здоровья. Основные результаты воздействия физических упражнений на организм это:

- улучшение функционирования сердечнососудистой системы;
- повышение устойчивости к нагрузкам опорно-двигательного аппарата;
- увеличение основных показателей физического развития – силы, выносливости и быстроты;
- увеличение жизненной емкости органов дыхания;
- развитие чувствительности и скорости реакции центральной нервной системы;
- улучшение обмена веществ и повышение иммунитета.

Оздоровительная направленность физических упражнений зависит от соблюдения определенных принципов физической тренировки:

- постоянство, систематичность, индивидуальный подбор упражнений по направленности и интенсивности нагрузки;
- положительный эмоциональный настрой на тренировку.

Правильное питание играет важную роль в состоянии здоровья человека. Эта тема очень объемная и противоречивая. Особенно, в части, касающейся всевозможных диет и спортивного питания. Можно выделить основные правила и рекомендации:

- питание должно быть ежедневным, полноценным и сбалансированным.
- вредно «заедать» стресс;
- не желательно заниматься физическими упражнениями на голодный желудок;
- принимать пищу рекомендуется за 1–1,5 часа до физической нагрузки, она должна иметь малый объем и хорошо усваиваться;
- энергетическое содержание пищи должно соответствовать количеству потраченной энергии;
- употреблять достаточное количество жидкости для поддержания водно-солевого баланса в организме.

Все больше исследований подтверждают, что физическое здоровье напрямую зависит от психологического здоровья. Перефразируя известную пословицу, можно сказать, что здоровый дух делает здоровым тело.

Сон имеет существенное влияние на здоровый образ жизни. Полноценный сон нельзя заменить ничем. Исследования утверждают, что сокращение продолжительности сна отрицательно влияет на состояние сосудов, иммунитета и интеллекта. Избыток сна тоже имеет свои отрицательные стороны. Сон является главным природным лекарством и должен продолжаться не менее 7–8 часов в день.

Таким образом, в зависимости от возраста и степени физического развития существуют различные виды, формы и методы физической подготовки, укрепляющие здоровье. Работа по воспитанию культуры здоровья должна быть направлена на формирование здорового образа жизни и воспитание потребности в двигательной активности. Важную роль в решении этой задачи играет индивидуальный подход к здоровью человека при выборе методов и средств оздоровительного физического воспитания.

Литература

1. FB.ru. URL: <http://fb.ru/article/266643/chto-takoe-zdorove-vidyi-zdorovya-cheloveka> (дата обращения: 12.03.2018).
2. Апанасенко Г.Л. Индивидуальное здоровье: теория и практика // Валеология. 2006. № 1. С. 141.
3. Караулов С.В. Здоровый образ жизни студентов: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. М.: Советский спорт, 2013. 128 с.

References

1. FB.ru. URL: <http://fb.ru/article/266643/cto-takoe-zdorove-vidyi-zdorovya-cheloveka> (data obrashcheniya: 12.03.2018).
2. Apanasenko G.L. Individual'noe zdorov'e: teoriya i praktika // Valeologiya. 2006. № 1. S. 141.
3. Karaulov S.V. Zdorovyj obraz zhizni studentov: ucheb. posob. dlya stud. vyssh. ucheb. zaved. M.: Sovetskij sport, 2013. 128 s.

ОДАРЕННОСТЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТА ЭКСПЕРТНОГО УРОВНЯ¹

Т.В. Мусиенко, кандидат исторических наук,

доктор политических наук, доцент;

В.Н. Лукин, кандидат исторических наук,

доктор политических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Л.Ю. Гороховатский, кандидат психологических наук.

Международный банковский институт

Представлен анализ традиционного личностно-ориентированного подхода к формированию специалиста с учетом степени одаренности. Показано негативное влияние недостатков процесса выявления одаренности в детском и молодежном возрасте на результаты работы по реализации государственной кадровой политики и отрицательное – на психическое здоровье человека.

Ключевые слова: одаренность, личностно-ориентированный подход, экспертно-результативный подход, среднее образование, подготовка кадров, экспертная результативность

ENDOWMENT: PREPARATION OF HIGH-PERFORMANCE PERSONNEL

T.V. Musienko; V.N. Lukin.

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

L.Yu. Gorokhovatskiy. International banking institute

The article presents an analysis of the traditional personality-oriented approach to the formation of a specialist taking into account the degree of giftedness. The negative impact of the shortcomings in the process of identifying giftedness in children and youth at the state personnel policy and negative on the mental health of a personality is shown.

Keywords: giftedness, person-oriented approach, expert-productive approach, secondary education, training, expert performance

В фокусе кадровой политики Российской Федерации остается проблема подготовки кадров высокой квалификации уровня специалиста-эксперта, которая является приоритетной. Следует обратить внимание на то, что подготовка специалиста экспертного уровня начинается, как правило, в звене среднего образования в форме целенаправленного либо окказионального выявления одаренных детей. В этой связи работа с одаренными детьми – это одна из первооснов системы подготовки экспертных кадров.

Государственная позиция по этому вопросу сформулирована в Послании Президента Российской Федерации В.В. Путина Федеральному Собранию в марте 2018 г.: «Мы продолжим укрепление целостной системы поддержки и развития творческих способностей и талантов наших детей. Такая система должна охватить всю территорию страны, интегрировать возможности таких площадок, как «Сириус», «Кванториумы», центры дополнительного образования и детского творчества во всех регионах России» [1].

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке Правительства Санкт-Петербурга (Субсидия молодым кандидатам наук, 2017 г.).

Пристальное внимание российского государства к процессу отбора и развития одаренных детей стало предпосылкой для запуска в нашей стране ряда стратегических проектов: Образовательный центр «Сириус»; web-платформы, призванные непосредственно актуализировать эти задачи, среди которых и web-сайт В.В. Путина «Президент России гражданам школьного возраста» [2] и др. Проблему актуализируют и современные научные исследования проблемы одаренности.

Современное состояние исследований в сфере психологии и педагогики одаренности характеризуется интенсивностью и значимой практикоориентированностью. В отечественной и зарубежной психологии тема одаренности составляет научный интерес многих авторов [3–6]. Исследования проводятся как в русле традиционного личностно-ориентированного подхода [7–10], так и на основе инновационных подходов, в ряду которых и экспертно-результативный подход (expert performance approach) [6].

Одаренность традиционно понимается как «качественная характеристика субъекта деятельности, сформировавшаяся благодаря высокому уровню развития у него природных способностей» [7], а формирующе-развивающая составляющая подхода заключается в углубленном освоении детьми различных компетенций.

Юркевич В.С. понимает под категорией одаренности «высокий уровень каких-либо способностей (интеллектуальных, социальных, художественных, практических и др.), который либо уже проявляется у ребенка, либо существует потенциально, то есть может быть развит при наличии благоприятных условий» [11]. По предметному содержанию исследователь выделяет следующие типы одаренности: 1) интеллектуальная; 2) академическая; 3) социальная; 4) художественная; 5) практическая; 6) психомоторная (спортивная). Для всех перечисленных типов одаренности характерно свое специфическое сущностное наполнение. Так, для интеллектуальной одаренности – это умственная (интеллектуальная) деятельность; для академической одаренности – обучение (умение учиться); для социальной – взаимодействие с людьми.

Характеризуя особенности работы с одаренными детьми, В.С. Юркевич отмечает, что «любая работа с одаренным ребенком должна исходить не из «исправления его недостатков», а из четкого понимания ребенком его достоинств. Приведенный метод традиционно фигурировал в научной литературе как «метод козырей». Суть метода в том, что ребенок (обучаемый) должен в своей практике (в том числе и образовательной) ориентироваться на собственные достоинства, а разного рода проблемные позиции доводить до так называемой санитарной нормы. Если способности обучаемого значительно выше статистически средних значений, то такой субъект остро нуждается в получении позитивного подкрепления в форме подтверждения собственного потенциала со стороны родителей, учителей, психолога [11].

На практике же реализация личностно-ориентированного подхода сопряжена с рядом трудностей. Это и связанные с внешней средой экстернальные факторы, оказывающие влияние на формирование ценностных ориентаций формирующейся личности, и психологические особенности объекта социализации, и неизбежная субъективность воспитательного воздействия агентов социализации и др. Так, Н.С. Коваль отмечает, что «редко используется личностно-ориентированный подход, индивидуализация в обучении, а также не учитывается высокий уровень развития одаренных студентов, их стремление к углубленному изучению предметов, которые вызывают наибольший интерес, разносторонность их личности, самостоятельность в выдвижении критериев успешности, и потребность в тесном общении с теми, кто разделяет ценности познания и творчества» [12].

Основное содержание данного подхода заключается в том, что специалист экспертного уровня формируется в системе подготовки кадров по следующему традиционному сценарию:

1. Поступая в школу, учащийся входит в систему подготовки кадров: одаренный ученик выявляется в процессе систематического поиска одаренных детей среди учеников

средних школ (в том числе специализированных школ) с использованием целенаправленной специализированной психодиагностики либо он проявляет один из исследованных на сегодняшний день видов одаренности в своей повседневной деятельности и становится объектом внимания психолога и других специалистов службы психолого-педагогического и медико-социального сопровождения (ППМС-служба).

2. Учащийся определяется как одаренный: одаренный ученик помещается в специализированное учебное заведение для одаренных детей либо он продолжает обучаться в своей школе, но находится на специализированном учете в ППМС-службе.

3. Учащийся получает специализированные образовательные услуги: ученик проходит профессиональную ориентацию и готовится к поступлению в учебное заведение профессионального образования того профиля, которое максимально соответствует профилю его одаренности либо он целенаправленно готовится к поступлению в желанное и заранее определенное учебное заведение профессионального образования.

4. Студент перестает быть объектом психолого-педагогического сопровождения и становится объектом целенаправленного формирования высококлассных профессиональных компетенций (так называемых «компетенций мирового уровня и уровня выше мировых»): студент профессионального учебного заведения самостоятельно определяет свою образовательную траекторию, которая может оказаться как успешной, так и неуспешной на рынке труда либо студент профессионального учебного заведения определяет свою образовательную траекторию с участием специалиста (тьютора) внутривузовской службы сопровождения.

5. Одаренный студент становится молодым специалистом: в случае, если компетенции одаренного студента формировались сообразно его способностям и особенностям познавательно-творческой сферы и были учтены работодателем, специалист осуществляет свою профессиональную деятельность в подходящем профессиональном домене и достаточно быстро достигает экспертного уровня либо компетенции одаренного студента формировались без учета особенностей его личностного потенциала (дисфункциональная модель), которые, в свою очередь, не учитывались при трудоустройстве, тогда эффективность молодого специалиста снижается, и достижение экспертного уровня откладывается на неопределенное время.

6. Специалист достигает экспертного уровня: профессиональная деятельность эксперта приносит институциональный и экономический эффект для организации, территории, государства и способствует гармоничному личностно-социальному развитию самого эксперта либо организация, территория и государство несут убытки, связанные с неиспользованным потенциалом возможного (но не состоявшегося) эксперта, а сам несостоявшийся эксперт переживает трудности в личностно-социальном развитии, возрастают риски для психического здоровья и качества жизни в целом.

На каждом из этих этапов имеет место некая точка бифуркации, которая «отсеивает» из процесса подготовки специалиста определенное количество потенциальных экспертов.

Такая система характерна для многих стран. Работа с одаренными детьми в США отличается от России незначительно. Так, А.В. Волков описывает американский опыт следующим образом: 1) школьники традиционно проходят процедуру отбора с помощью стандартизованных академических тестов достижений; 2) по итогам тестирования определяется владение материалом, считающимся достаточным, а также предоставляет сведения для сравнения показателей конкретного ученика и статистически, и нормативно закреплённой нормы; 3) для учащихся с качественно более высокими результатами такие тесты не дают достаточно точной информации об их достижениях – очень высокий результат означает, что учащийся ответил на большинство или на все вопросы правильно, но такой тест не показывает с уверенностью уровень глубины освоения учащимся материала за пределами статистически удовлетворительного уровня; 4) школьники, которые получили высшие результаты (обычно это 3–5 %) в стандартных школьных тестах, могут участвовать в программах Talent Search, в рамках которых проходят так называемые

«сверхнормативные» тесты, предназначенные для более старших учащихся – такая диагностическая методика позволяет увидеть индивидуальные различия учащихся с высокими способностями, чьи образовательные потребности могут сильно отличаться; 5) сверхнормативные тесты позволяют оценивать способности к превышению требований школьного курса и, таким образом, позволяют сделать прогноз дальнейших достижений учащегося [13]. Схожая схема применяется и к алгоритму процесса выявления одаренных учеников и в ряде европейских стран [14].

Кроме того, по мнению А.Е. Болдыревой, «проблема детской одаренности осознается в теории и реализуется на практике одновременно как необходимость всеобщего развития и творческих способностей всех детей, создания талантливое человеческого общества, обеспечивающего материальное благополучие, богатство и разнообразие общения людей, и вместе с тем, как требование осуществления специфического воспитания и обучения особо одаренных детей в уникальных областях человеческого творчества» [15].

Ушаков Д.В. и Лобанов А.Г. считают, что потери экономики, вызванные нереализованным потенциалом одаренности, могут быть оценены – применительно к российским реалиям – в триллионы рублей. Это не способствует ликвидации технологического и экономического отставания России от ведущих стран мира [16]. Ущерб, нанесенный экономике снижением уровня психического здоровья и качества жизни граждан, оценить вообще затруднительно.

Рубцов В.В., А.Л. Журавлев, А.А. Марголис и ряд других исследователей критикуют состояние системы развития одаренных детей в России: «Приходится с сожалением констатировать, что работа с одаренными детьми в нашей стране ведется на старых запасах. Большая часть одаренных детей остается не выявленной, поскольку используемые методы не позволяют выявлять скрытой одаренности». Ученые и практики актуализируют проблему поиска новых способов формирования экспертно-результативной личности на ранних стадиях [17].

Заметным достижением российской системы образования в сфере работы с одаренными детьми является созданный в 2014 г. в г. Сочи Образовательный центр «Сириус» («Сириус»), который ставит целью раннее выявление, развитие и дальнейшую профессиональную поддержку одаренных детей, проявивших выдающиеся способности в области искусств, спорта, естественнонаучных дисциплин, а также добившихся успеха в техническом творчестве. Работающий круглый год, «Сириус» ежемесячно принимает 600 детей 10–17 лет. Образовательная программа рассчитана на 24 дня и включает в себя как занятия по специальности, так и развивающий досуг, мастер-классы, творческие встречи с признанными в своих областях профессионалами, комплекс оздоровительных процедур, а в течение учебного года – общеобразовательные занятия [18].

Важно отметить, что Президентом страны поставлена задача по созданию подобных центров в каждом субъекте Российской Федерации [1]. Добавим, что в этом процессе используются как современные инновационные примеры, так и опыт советского периода: специализированные школы при Московском, Ленинградском, Киевском университетах и т.д. Важность проблемы отмечают ряд исследователей. Так, В.С. Юркевич, психоэлитолог Н.Б. Карабущенко отмечают влияние одаренных личностей на процесс «циркуляции элит». Если в обществе нет критической массы духовной элиты, то общество обречено на стагнацию, а в будущем и на деградацию [11, 19, 20].

В этом смысле интересен опыт МЧС России по отбору и развитию одаренных детей. Кадетский пожарно-спасательный корпус Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (кадетский корпус), созданный в 2013 г., представляет собой среднее специализированное учебное заведение.

Обучение в кадетском корпусе осуществляется на основе разработанной в соответствии с п. 3 ст. 12 Федерального закона Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» [21] Основной образовательной программы среднего общего образования (программа). Этот нормативный документ определяет стратегические

приоритеты, содержательные, организационные и методические аспекты образовательной деятельности данного структурного подразделения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (университет) [22].

В психолого-педагогическом плане программа ориентирована на усвоение обучающимися не только определенной суммы знаний, но и на развитие его личности, его познавательных и созидательных способностей, функциональной грамотности и наиболее полной самореализации.

Особенность программы в компетентностной модели выпускника заключается в том, что ключевыми элементами в ней определены следующие компетенции:

- 1) компетентность в сфере самостоятельной познавательной деятельности;
- 2) компетентность в сфере гражданско-общественной деятельности.

Данные компетенции должны способствовать овладению выпускниками многообразными видами жизнедеятельности.

Особое внимание при оценке кандидатов в кадетский корпус (конкурсном отборе) уделяется анализу жизненных планов учащихся; проводится педагогическая диагностика уровня образованности и анализ творческих и социальных достижений учащихся (степень одаренности); анализ состояния здоровья учащихся.

Двухлетний срок обучения предполагает освоение образовательных программ среднего общего образования на основе различных сочетаний базовых и профильных предметов для 10–11 классов. Учебный план кадетского корпуса реализует модель универсального (непрофильного) обучения, включающий федеральный компонент (базовые учебные программы и программы по выбору учащихся), региональный компонент и компонент кадетского корпуса. Отсюда и учебный предмет «Технология», реализуемый в рамках предмета «Специальная дисциплина»: «Подготовка пожарного» (10 класс) и «Специальная подготовка спасателя» (11 класс), который позволяет кадетам познакомиться с профессией и овладеть навыками этих специальностей, а также двухнедельная учебная практика после основного периода обучения.

Развитие творческих способностей кадет обеспечивается современными образовательными технологиями и наличием современной учебной материально-технической базы, включающей библиотечные фонды, специализированные классы, специальную технику.

Обучение в кадетском корпусе осуществляется при систематическом ППМС-сопровождении. Оно ориентировано на решение проблем социально-психологического развития каждого кадета, его позитивную социализацию; создание благоприятного психоэмоционального климата в коллективе; обучение кадет эффективным методам поведения в нестандартной ситуации, формирование стрессоустойчивой личности; раскрытие потенциала личности кадета через научно-методическую, воспитательную и профориентационную работу.

Кадеты неоднократно становились победителями и призерами конкурсов и олимпиад по разным учебным дисциплинам не только районного, городского, но и международного уровня, например, Международной онлайн-олимпиады «Фоксфорда». Это является свидетельством создания руководством университета и кадетского корпуса творческой атмосферы и возможностей для развития одаренных личностей и формирования основы будущих специалистов экспертного уровня в сфере пожарной безопасности и безопасности жизнедеятельности в целом.

Обобщая сказанное, можно утверждать, что подготовка кадров высшей квалификации уровня специалиста-эксперта является важной государственной задачей.

Ее реализация возможна при государственном подходе к выявлению одаренных личностей на ранней стадии их обучения в школе и создание соответствующих условий для их самореализации.

Важную роль в этом процессе играют специализированные учебные заведения среднего образования и образовательные центры для одаренных детей.

Кадетский пожарно-спасательный корпус Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России закладывает основы формирования специалиста-эксперта уже в стенах учебного заведения среднего образования.

Литература

1. Послание Президента Рос. Федерации Федеральному Собранию от 1 марта 2018 г. // Сайт Президента Российской Федерации. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (дата обращения: 02.05.2018).
2. Президент России гражданам школьного возраста // Сайт Президента Российской Федерации. URL: <http://kids.kremlin.ru> (дата обращения: 02.05.2018).
3. Рабочая концепция одаренности / Д.Б. Богоявленская [и др.]. 2-е изд., расш. и перераб. М., 2003.
4. Яфальян А.Ф. Одаренность, талант, способности детей: социально-психологические предпосылки развития // Герценовские чтения. Художественное образование ребенка. СПб.: Изд-во ВВМ, 2016. С. 230–236.
5. Юркевич В.С. Одаренные дети: сегодняшние тенденции и завтрашние вызовы // Психологическая наука и образование. 2011. № 4. С. 99–108.
6. The Cambridge handbook of expertise and expert performance / К.А. Ericsson [& all.]. NY.: Cambridge University Press, 2006. P. 685–706.
7. Лукин В.Н., Мусиенко Т.В. Инновационная деятельность вузов МЧС России как фактор повышения эффективности действий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / сост. С.А. Турсенев. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2017. С. 264–269.
8. Гороховатский Л.Ю. Особенности профессиональной деятельности педагога при работе с одаренными учениками и воспитанникам // Развитие творческих способностей личности в условиях олимпийского движения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / под науч. ред. канд. пед. наук А.И. Попова. Тамбов.: Изд-во ТГТУ, 2005. С. 15–20.
9. Гороховатский Л.Ю. Психологическая безопасность образовательной среды как условие для развития одаренности школьников // Штудии: Альманах научно-образовательной практики. Вып. 4: Психолого-педагогическая серия статей по выпускным квалификационным работам РГПУ им. А.И. Герцена / сост. С.В. Васильева, Л.Ю. Гороховатский; науч. ред. С.В. Васильева. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. С. 10–13.
10. Гороховатский Л.Ю., Губин В.А. Новый подход к трактовке феномена одаренности // Психолого-педагогическое сопровождение социализации ребенка: Тезисы чтений памяти К.Д. Ушинского / под. ред. М.И. Рожкова. Ярославль: Изд-во. ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2002. С. 75–77.
11. Юркевич В.С. Одаренные дети и интеллектуально-творческий потенциал общества // Психологическая наука и образование. 2009. № 4. С. 74–86.
12. Коваль Н.С. Педагогические подходы к самореализации одаренных студентов в образовательной среде высшего учебного заведения // European Research. 2017. № 1 (24). С. 80–81.
13. Волков А.В. Выявление и развитие одаренных детей и молодежи: программа Talent Search // Психологическая наука и образование. 2011. № 4. С. 39–45.
14. Попова Л.В. Образование одаренных детей и молодежи: государственная политика европейских стран // Психологическая наука и образование. 2011. № 4. С. 56–62.
15. Болдырева А.Е. Психолого-педагогическое сопровождение одаренных детей в образовательной организации // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3. С. 80–83.
16. Ушаков Д.В., Лобанов А.Г. Цена интеллекта: от психологических категорий к экономическим // Психологическая наука и образование. 2009. № 4. С. 15–30.

17. Образование одаренных – государственная проблема / В.В. Рубцов [и др.] // Психологическая наука и образование. 2009. № 4. С. 5–14.
18. Образовательный центр «Сириус» // СочиСириус. URL: <https://sochisirius.ru/o-siriuse/obschaja-informatsija> (дата обращения: 06.05.2018).
19. Карабущенко Н.Б. Элитологическая компетентность: сущность, составляющие, функции и уровни // Вестник ОГУ. 2012. № 7 (143). С. 136–140.
20. Юркевич В.С. Современные проблемы работы с одаренными детьми // Психологическая наука и образование. 2010. № 5. С. 118–129.
21. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ (в ред. от 29 июля 2017 г.) // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
22. Основная образовательная программа среднего общего образования // Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. URL: http://new.igps.ru/Content/publication/documents/Образовательная%20программа%20на%202016-2017_636087516653427734_636205081185664062.pdf (дата обращения: 03.05.2018).

References

1. Poslanie Prezidenta Ros. Federacii Federal'nomu Sobraniyu ot 1 marta 2018 g. // Sajt Prezidenta Rossijskoj Federacii. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (data obrashcheniya: 02.05.2018).
2. Prezident Rossii grazhdanam shkol'nogo vozrasta // Sajt Prezidenta Rossijskoj Federacii. URL: <http://kids.kremlin.ru> (data obrashcheniya: 02.05.2018).
3. Rabochaya koncepciya odarennosti / D.B. Bogoyavlenskaya [i dr.]. 2-e izd., rassh. i pererab. M., 2003.
4. Yafal'yan A.F. Odarennost', talant, sposobnosti detej: social'no-psihologicheskie predposylki razvitiya // Gercenovskie chteniya. Hudozhestvennoe obrazovanie rebenka. SPb.: Izd-vo VVM, 2016. S. 230–236.
5. Yurkevich V.S. Odarennye deti: segodnyashnie tendencii i zavtrashnie vyzovy // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2011. № 4. S. 99–108.
6. The Cambridge handbook of expertise and expert performance / K.A. Ericsson [& all.]. NY.: Cambridge University Press, 2006. P. 685–706.
7. Lukin V.N., Musienko T.V. Innovacionnaya deyatel'nost' vuzov MCHS Rossii kak faktor povysheniya ehffektivnosti dejstvij po preduprezhdeniyu i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij // Podgotovka kadrov v sisteme preduprezhdeniya i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / sost. S.A. Tursenev. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2017. S. 264–269.
8. Gorohovatskij L.Yu. Osobennosti professional'noj deyatel'nosti pedagoga pri rabote s odarennymi uchениkami i vospitannikam // Razvitie tvorcheskih sposobnostej lichnosti v usloviyah olimpijskogo dvizheniya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod nauch. red. kand. ped. nauk A.I. Popova. Tambov.: Izd-vo TGTU, 2005. S. 15–20.
9. Gorohovatskij L.Yu. Psihologicheskaya bezopasnost' obrazovatel'noj sredy kak uslovie dlya razvitiya odarennosti shkol'nikov // Shtudii: Al'manah nauchno-obrazovatel'noj praktiki. Vyp. 4: Psihologo-pedagogicheskaya seriya statej po vypusknyh kvalifikacionnym rabotam RGPU im. A.I. Gercena / sost. S.V. Vasil'eva, L.Yu. Gorohovatskij; nauch. red. S.V. Vasil'eva. SPb.: Izd-vo RGPU im. A.I. Gercena, 2004. S. 10–13.
10. Gorohovatskij L.Yu., Gubin V.A. Novyj podhod k traktovke fenomena odarennosti // Psihologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie socializacii rebenka: Tezisy chtenij pamyati K.D. Ushinskogo / pod. Red. M.I. Rozhkova. Yaroslavl': Izd-vo. YAGPU im. K.D. Ushinskogo, 2002. S. 75–77.
11. Yurkevich V.S. Odarennye deti i intellektual'no-tvorcheskij potencial obshchestva // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2009. № 4. S. 74–86.

12. Koval' N.S. Pedagogicheskie podhody k samorealizacii odarenykh studentov v obrazovatel'noj srede vysshego uchebnogo zavedeniya // *European Research*. 2017. № 1 (24). S. 80–81.
13. Volkov A.V. Vyyavlenie i razvitie odarenykh detej i molodezhi: programma Talent Search // *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2011. № 4. S. 39–45.
14. Popova L.V. Obrazovanie odarenykh detej i molodezhi: gosudarstvennaya politika evropejskih stran // *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2011. № 4. S. 56–62.
15. Boldyreva A.E. Psihologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie odarenykh detej v obrazovatel'noj organizacii // *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennykh nauk*. 2016. № 3. S. 80–83.
16. Ushakov D.V., Lobanov A.G. Cena intellekta: ot psihologicheskikh kategorij k ehkonomicheskim // *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2009. № 4. S. 15–30.
17. Obrazovanie odarenykh – gosudarstvennaya problema / V.V. Rubcov [i dr.] // *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2009. № 4. S. 5–14.
18. Obrazovatel'nyj centr «Sirius» // SochiSirius. URL: <https://sochisirius.ru/o-siriuse/obschaja-informatsija> (data obrashcheniya: 06.05.2018).
19. Karabushchenko N.B. Ehlitologicheskaya kompetentnost': sushchnost', sostavlyayushchie, funkcii i urovni // *Vestnik OGU*. 2012. № 7 (143). S. 136–140.
20. Yurkevich V.S. Sovremennye problemy raboty s odarennymi det'mi // *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2010. № 5. S. 118–129.
21. Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: Feder. zakon ot 29 dek. 2012 g. № 273-FZ (v red. ot 29 iyulya 2017 g.) // Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tatPlyus».
22. Osnovnaya obrazovatel'naya programma srednego obshchego obrazovaniya // Sankt-Peterburgskij universitet GPS MCHS Rossii. URL: http://new.igps.ru/Content/publication/documents/Obrazovatel'naya%20programma%20na%202016-2017_636087516653427734_636205081185664062.pdf (data obrashcheniya: 03.05.2018).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бобрищев Алексей Александрович – проф. каф. физ. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р психол. наук;

Бокадаров Станислав Александрович – науч. сотр. орг.-науч. и ред. отд. Воронеж. ин-та ФСИН России (394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1-а), канд. техн. наук;

Бочаров Андрей Борисович – доц. каф. филос. и культуролог. Северо-Западного ин-та упр-я – филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Рос. Федерации» (199178, Санкт-Петербург, В.О., Средний пр., д. 57/43), канд. филос. наук, доц.;

Буйневич Михаил Викторович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Булатов Вячеслав Олегович – доц. каф. практ. подгот. сотр. пож.-спас. формирований СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Воронин Сергей Владимирович – ст. инспектор группы контроля кач-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Вострых Алексей Владимирович – ст. инсп. группы информ. обеспеч. деят. МЧС России ГУ МЧС России по Новгород. обл. (173020, г. Великий Новгород, ул. Большая Московская, д. 67 Б);

Выговтов Алексей Владимирович – Воронеж. ин-т – филиал Ивановской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (394052, г. Воронеж, ул. Краснознамённая, д. 231);

Гармышев Владимир Викторович – докторант Иркутск. нац. исслед. техн. ун-та (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83), канд. техн. наук;

Гороховатский Леонид Юрьевич – доц. каф. гуманитар. дисциплин Междунар. банк. ин-та (191023, Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60), e-mail: leongor_us@yahoo.com, канд. психол. наук;

Губанова Ольга Александровна – доц. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Данилов Игорь Лолиевич – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. физ.-мат. наук, доц.;

Егорова Наталья Ивановна – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. физ.-мат. наук;

Елисеев Игорь Борисович – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Ефремов Андрей Александрович – ст. науч. сотр. науч.-исслед. центра Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова Министерства обороны Рос. Федерации (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6);

Зыбин Дмитрий Георгиевич – зам. нач. Воронеж. ин-та ФСИН России по науч. работе (394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1-а), канд. техн. наук, доц.;

Иванов Артем Викторович – магистр СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1);

Иванченко Александр Андреевич – зав. каф. двигателей внутр. сгорания и автоматики судовых энергетич. установок Гос. ун-та морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова (198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7), д-р техн. наук, проф., действит. член Акад. транспорта РФ;

Каверзнева Т.Т. – СПб политех. ун-т Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук, доц.;

Калач Андрей Владимирович – нач. каф. безопасн. информ. и защ. сведений, составляющих гос. тайну Воронеж. ин-та ФСИН России (394072, г. Воронеж, ул. Иркутская, д. 1-а), д-р хим. наук, проф.;

Козлов Алексей Владимирович – зав. каф. пед. Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова Министерства обороны Рос. Федерации (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Комаров Максим Ильич – доц. каф. практ. подгот. сотр. пож.-спас. формирований СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. экон. наук;

Коннова Людмила Алексеевна – вед. науч. сотр. отд. перспект. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), д-р мед. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Красов Андрей Владимирович – зав. каф. СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1), канд. техн. наук, доц.;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Леонтьев О.В. – Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6), д-р мед. наук, проф.;

Литовченко Ирина Олеговна – препод.-метод. отд. планир. учеб. проц. учеб.-метод. центра СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Лопухова Нина Вячеславовна – соискатель Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), тел.: (495) 617-26-59, e-mail: teterina.agps@yandex.ru.;

Лукин Владимир Николаевич – вед. науч. сотр. отд. информ. обеспеч. населения и технол. информ. поддержки РСЧС и пожарной безопасности центра орг. науч.-исслед. и ред. деят., проф. каф. филос. и соц. наук СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р полит. наук, доц.;

Львова Юлия Владимировна – ст. науч. сотр. отд. перспект. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35);

Медведева Людмила Владимировна – зав. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Москаленко Галина Владимировна – препод. каф. психол. и пед. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. психол. наук;

Мотовичев Константин Владимирович – нач. каф. физ. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Моторыгин Юрий Дмитриевич – проф. каф. криминал. и инж.-техн. экспертиз СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Мурзин Сергей Михайлович – Уральский ин-т ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22);

Мусиенко Тамара Викторовна – зам. нач. ун-та по науч. работе СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. ист. наук, д-р полит. наук, доц.;

Онищенко Игорь Анатольевич – нач. отд. физ.-оздор. и спорт.-масс. работы СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Петрова Наталья Вячеславовна – ст. науч. сотр. отд. инновац. и информ. технол. в экспертизе пожаров Исслед. центра эксперт. пожаров СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35);

Рева Юрий Викторович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Рогозинский Глеб Гендрихович – доц. каф. радиосвязи и вещания СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1), канд. техн. наук;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физ.-тех. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Русских Дмитрий Викторович – Воронеж. ин-т – филиал Ивановской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (394052, г. Воронеж, ул. Краснознамённая, д. 231);

Рязанов Андрей Анатольевич – Уральский ин-т ГПС МЧС России (620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22);

Седнев Владимир Анатольевич – проф. каф. защ. нас. и тер. Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, почет. работник науки и техн. РФ, лауреат премии Прав-ва РФ в обл. науки и техн., лауреат премии Прав-ва РФ в обл. образов.;

Скрипник Игорь Леонидович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Сотников Александр Дмитриевич – проф. каф. информ. технол. в экон. СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1), д-р техн. наук;

Тимофеева Светлана Семеновна – зав. каф. пром. экол. и БЖД Иркутск. нац. исслед. техн. ун-та (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83), д-р техн. наук, проф.;

Титаренко Юрий Алексеевич – проф. каф. физ. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Троянов Олег Михайлович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук, доц.;

Фомин Александр Викторович – проф. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф.;

Хамидуллина Елена Альбертовна – доц. каф. пром. экол. и БЖД Иркутск. нац. исслед. техн. ун-та (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83), канд. хим. наук, доц.;

Чешко Илья Данилович – вед. науч. сотр. отд. инструмент. методов и техн. средств экспертизы пожаров Исслед. центра экспертизы пожаров СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), д-р техн. наук, проф.;

Шариков Павел Иванович – магистр СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1);

Шепелюк Сергей Михайлович – проф. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук, доц.;

Шуракова Дарья Геннадьевна – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Щербаков Олег Вячеславович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ;

Юртаев Егор Алексеевич – Воронеж. ин-т – филиал Ивановской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (394052, г. Воронеж, ул. Краснознамённая, д. 231);

Яковлев Е.В. – Северо-Запад. гос. мед. ун-т им. И.И. Мечникова (191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41), канд. мед. наук.