

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ**  
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

**NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISKS**  
(PHYSICS-MATHEMATICAL AND APPLIED ASPECTS)

**№ 4 (20) – 2016**

**Редакционный совет**

**Председатель** – доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Артамонов Владимир Сергеевич**, статс-секретарь – заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, действительный Государственный советник Российской Федерации I класса.

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

**Заместитель председателя** (ответственный за выпуск журнала) – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Медведева Людмила Владимировна**, заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности, руководитель учебно-научного комплекса – 6 «Физико-математическое, инженерное и информационное обеспечение безопасности при ЧС».

**Члены редакционного совета:**

доктор технических наук, профессор **Минкин Денис Юрьевич**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

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

кандидат юридических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грешных Антонина Адольфовна**, начальник факультета подготовки кадров высшей квалификации;

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

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Потапов Анатолий Иванович**, заведующий кафедрой «Приборы контроля и систем экологической безопасности» Северо-Западного государственного заочного технического университета;

доктор педагогических наук, профессор **Солнцев Владимир Олегович**, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов;

доктор технических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Сильников Михаил Владимирович**, профессор кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности.

**Секретарь совета:**

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

## **Редакционная коллегия**

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

**Заместитель председателя** – майор внутренней службы **Алексеева Людмила Викторовна**, начальник отделения – главный редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Члены редакционной коллегии:**

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

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

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Антюхов Валерий Иванович**, профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления;

кандидат технических наук, доцент **Романов Николай Николаевич**, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

кандидат педагогических наук, доцент майор внутренней службы **Подружкина Татьяна Александровна**, начальник кафедры прикладной математики и информационных технологий;

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

**Секретарь коллегии:**

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



## СОДЕРЖАНИЕ

### **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ**

Лабинский А.Ю. К вопросу использования нечеткой логики для расчета надежности элементов систем .....	5
Кузьмина Т.А., Агеев П.М., Савосько С.В. О влиянии ряда коэффициентов на итоговое значение расчетной величины индивидуального пожарного риска в контексте обеспечения непрерывного образования действующих судебных пожарно-технических экспертов .....	11
Антюхов В.И., Остудин Н.В., Сорока А.В. Методика анализа информационной потребности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России .....	18

### **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Воропаев Н.П. Методические подходы к прогнозированию обстановки при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах .....	29
Калинина Е.С. Возможности метода группового учета аргументов в задачах прогнозирования безопасности химических производств .....	33
Кораблев В.А., Минкин Д.А., Амангелди А.С., Алматов К.Е. Обеспечение теплового режима электронного прибора в условиях повышенной температуры среды .....	39

### **ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Применение табличных процессоров при организации виртуального лабораторного эксперимента во внеаудиторный период .....	45
Медведева Л.В., Евдокимов А.С., Константинова А.С. Особенности этапа предварительного отбора кандидатов на должности младшего командного состава в вузах МЧС России .....	50
Антошина Т.Н., Анисимова Е.А., Глузгал А.С. Использование интерактивных систем как фактор повышения эффективности образовательного процесса .....	54
Сведения об авторах .....	60
Информационная справка .....	62
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты) .....	70

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)», без письменного разрешения редакции не допускается. Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

**ББК Ц.9.3.2**  
**УДК 504+614.8(051.2)**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: [redakziaotdel@yandex.ru](mailto:redakziaotdel@yandex.ru). Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: [WWW.IGPS.RU](http://WWW.IGPS.RU)

**ISSN 2307-7476**

© Санкт-Петербургский университет Государственной  
противопожарной службы МЧС России, 2016

---

---

# МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

---

---

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ

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

Рассмотрены особенности расчета надежности элементов системы с использованием нечеткой логики. Расчет надежности выполнялся с использованием системы нечеткого вывода с нечеткими функциями принадлежности. Рассмотрены системы с последовательно и параллельно соединенными элементами.

*Ключевые слова:* нечеткие множества второго порядка, нечеткие функции принадлежности, нечеткое моделирование, система нечеткого вывода, компьютерная программа, математическая модель

## THE PROBLEM OF USE THE FUZZY LOGIC FOR CALCULATION THE RELIABILITY OF THE COMPLEX SYSTEM

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 calculation the reliability of the complex system. The reliability calculation work with use fuzzy output system with fuzzy membership functions. The mathematical model use the fuzzy control.

*Keywords:* fuzzy sets type-2, fuzzy membership functions, fuzzy simulation, fuzzy output system, computing program, mathematical model

В теории надежности сложных систем широкое распространение получили логико-вероятностные методы (ЛВМ), изложенные в трудах И.А. Рябина [1]. При моделировании надежности функционирования таких систем обычно рассматривают два типа событий: первый тип – возникновение отказов, второй тип – обнаружение и устранение отказов. Для описания событий первого типа используют аппарат булевой алгебры [2]. События второго типа моделируются на основе алгоритмов функционирования системы [3].

В общем виде закон надежности, описывающий вероятность события, при котором элемент будет работать безотказно в течение времени  $t$ , может быть представлен в виде:  $P(t) = \exp[-\int_0^t \lambda(t) dt]$ . Здесь  $\lambda(t)$  – интенсивность отказов, определяемая как среднее число отказов элемента в единицу времени.

Если интенсивность отказов принять постоянной величиной, то закон надежности будет экспоненциальный:  $P(t) = \exp[-\lambda * t]$ .

Вид экспоненциального закона распределения вероятности безотказной работы элемента представлен на рис. 1.

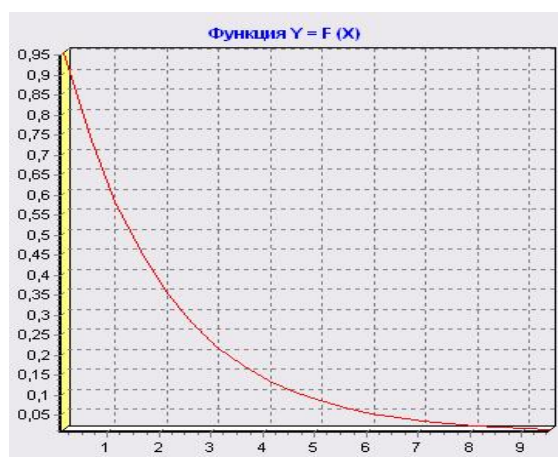


Рис. 1. Экспоненциальный закон распределения

Функция распределения времени безотказной работы элемента при экспоненциальном законе надежности будет иметь вид:  $F(t)=1-\exp[-\lambda*t]$ . Плотность распределения времени безотказной работы элемента при экспоненциальном законе надежности будет иметь вид:  $f(t)=\lambda*\exp[-\lambda*t]$ .

Среднее время безотказной работы элемента при экспоненциальном законе надежности можно определить по формуле:  $T_{cp}=\int_0^{\infty} t*f(t) dt=\int_0^{\infty} p(t) dt=1/\lambda$ .

Экспоненциальное распределение характеризуется постоянством интенсивности отказов:  $\lambda(X)=1/X_{cp}$ , где  $X_{cp}$  – математическое ожидание экспоненциального закона распределения. Тогда вероятность безотказной работы элемента, плотность распределения времени безотказной работы и интенсивность отказов элемента можно вычислить по формулам:

$$P(X)=\exp[-X/X_{cp}]; f(X)=(1/X_{cp})*\exp[-X/X_{cp}]; \lambda(X)=1/X_{cp}.$$

Дисперсия экспоненциального распределения может быть определена по формуле:

$$D(X)=1/[\lambda^2(X)].$$

Оценка параметров экспоненциального распределения по выборочным данным может быть произведена по формуле:

$$\lambda(X)=1/[(1/n)*\sum_{i=1}^n X_i].$$

Определение параметров и выбор закона распределения времени безотказной работы элемента могут быть выполнены формальными методами. Если коэффициент вариации измеряемого признака  $X$  близок к единице, кривая распределения плотности вероятности убывает со временем, а интенсивность отказов элемента колеблется около горизонтальной прямой, то можно предположить, что закон надежности будет экспоненциальный.

После того как выбран закон распределения, можно рассчитать его параметры. За исходные данные можно принять эмпирические значения интенсивностей отказов  $\lambda(X)$ . Для этих значений определяются математическое ожидание  $X_{cp}$  и коэффициент вариации. На основании полученных значений параметров распределения решение о выборе экспоненциального закона распределения времени безотказной работы элемента либо принимается, либо отвергается.

Использование теории нечеткой логики обеспечивает необходимую степень достоверности получаемых результатов, так как данная теория позволяет производить оценку надежности элементов системы в условиях многофакторности и неопределенности посредством методологии системного анализа нечеткой логики.

Система нечеткого вывода реализует процесс получения нечетких заключений о надежности объекта на основе нечетких условий или предпосылок, представляющих собой информацию о текущем состоянии объекта [4]. В последние 10 лет появилось много публикаций, посвященных использованию нечеткой логики для расчета надежности.

Как отмечается в работе [5], традиционная теория надежности основана на двух предположениях: предположении о бинарных состояниях системы – система работоспособна или неработоспособна и предположении о том, что поведение системы полностью характеризуется в контексте вероятностных измерений. Однако ввиду неточности и неполноты исходных данных, оценка точных значений вероятности становится во многих системах затруднительной. Поэтому в работе [5] выдвигаются два новых предположения: предположение о том, что в любой момент времени система может находиться в одном из двух состояний: нечеткое состояние работоспособности или нечеткое состояние неработоспособности и предположение о том, что поведение системы может быть полностью охарактеризовано в контексте измерения возможностей.

В работе [6] для анализа надежности нечетких систем использованы интервальные зависимости. С помощью теоретических исследований и вычислительных экспериментов показано, что такой подход является более общим. В данной работе представлен новый метод анализа надежности нечеткой системы с использованием упрощенных арифметических операций над нечеткими числами вместо сложных интервальных нечетких арифметических операций или сложных алгебраически расширенных нечетких чисел. Понятие «нечетких множеств» расширено размытыми множествами или нечеткими множествами второго порядка, которые были предложены основоположником нечеткой логики Лотфи Заде еще в 1975 г.

Нечеткие множества второго порядка (Fuzzy Sets Type-2, FS Type-2) являются, по существу, «нечеткими нечеткими» множествами, в которых степень принадлежности (Membership Function, MF) – это нечеткое множество первого порядка (Fuzzy Sets Type-1, FS Type-1). В работе [7] было дано описание нечеткого множества второго порядка с помощью нижней (LMF) и верхней (UMF) функций принадлежности. Каждая из этих функций может быть представлена в виде нечеткого множества первого порядка. Интервал между этими двумя функциями представляет собой след неопределенности (Footprint Of Uncertainty, FOU), который и является главной характеристикой нечеткого множества второго порядка (FS Type-2). Добавление нечеткости в функцию принадлежности позволяет учесть неполноту и неточность исходных данных.

При использовании функций принадлежности первого типа (FM-1), характерном для нечетких множеств первого порядка, нужно задавать четкие значения точек, начиная с которых степень принадлежности начинает быть отличной от нуля. При задании таких границ FM экспертом возможно накопление ошибок из-за не включения точек, расположенных около границ функции принадлежности и находящихся под сомнением. Размытие границ функций принадлежности является переходом от FM-1 к FM-2. Вид функции принадлежности второго типа представлен на рис. 2.

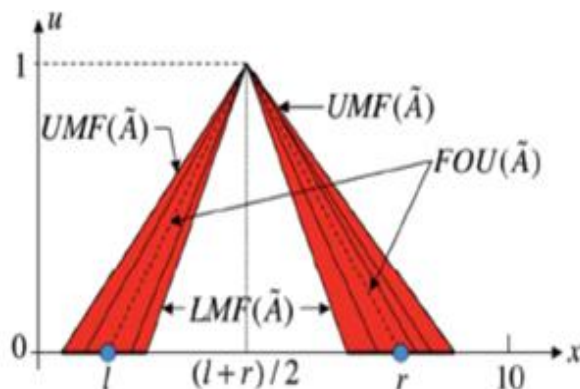


Рис. 2. Функция принадлежности второго типа (MF-2)

Во многих работах, посвященных анализу надежности нечетких систем, обсуждаются вопросы выполнения арифметических операций между различными типами размытых множеств. Однако по-прежнему при анализе надежности нечетких систем предполагается, что надежность всех компонентов системы представлена одним и тем же видом функции принадлежности.

В работе [8] разработано унифицированное описание показателей надежности нечетких систем с размытыми границами и различными видами функций принадлежности и представлен алгоритм выполнения различных арифметических операций между разными типами размытых множеств, а также представлены результаты анализа нечеткой надежности элементов систем, состоящих из последовательных, параллельных, параллельно-последовательных и последовательно-параллельных элементов.

### Моделирование процесса расчета надежности

В данной работе использование нечеткой логики для расчета надежности элементов нечеткой системы демонстрируется на примере расчета надежности системы, состоящей из трех элементов, соединенных между собой последовательно или параллельно, а также системы из пяти элементов. Так как отказ системы с последовательно соединенными элементами наступает при отказе хотя бы одного элемента, для определения вероятности безотказной работы системы можно воспользоваться теоремой умножения вероятностей:

$$R_c = R_1 * R_2 * R_3 * \dots * R_N = \prod_{i=1}^N R_i.$$

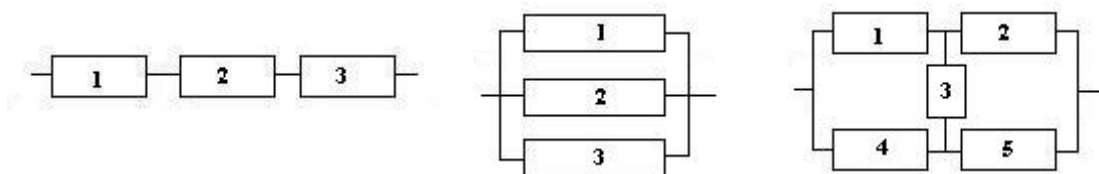


Рис. 3. Схема соединения элементов системы

Вероятность безотказной работы системы с параллельно соединенными элементами равна:

$$R_c = 1 - (1 - R_1) * (1 - R_2) * (1 - R_3) * \dots * (1 - R_N) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - R_i).$$

Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Тип соединения	Варианты расчета	Элементы системы			Система $R_c$
		R1	R2	R3	
Последовательное	1	0,5	0,5	0,5	0,125
Последовательное	2	0,7	0,7	0,7	0,340
Последовательное	3	0,9	0,9	0,9	0,730
Параллельное	1	0,1	0,1	0,1	0,27
Параллельное	2	0,3	0,3	0,3	0,66
Параллельное	3	0,5	0,5	0,5	0,88



Вероятность безотказной работы системы из пяти элементов равна:

$$R_c = R_1 * R_2 + (1 - R_1) * R_4 * R_5 + R_1 * (1 - R_2) * R_4 * R_5 + R_1 * (1 - R_2) * R_3 * (1 - R_4) * R_5 + (1 - R_1) * R_2 * R_3 * R_4 * (1 - R_5).$$

Исходные данные для расчета системы из пяти элементов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Варианты расчета	Элементы системы					Система $R_c$
	R1	R2	R3	R4	R5	
1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,14
2	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,27
3	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
4	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,73
5	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,91

Фаззификацию входной переменной осуществим с помощью функции принадлежности  $\mu(x)$  типа кривой Гаусса:

$$\mu(x) = \exp[-(x - c)^2 / (2 * \sigma^2)].$$

Параметры данной функции имеют следующие значения:

- математическое ожидание  $c = R_i$ ;
- дисперсия  $\sigma = 0,15$ .

Фаззификацию выходной переменной осуществим с помощью функции принадлежности  $\mu(x)$  треугольного типа. Вид функций принадлежности представлен на рис. 4.

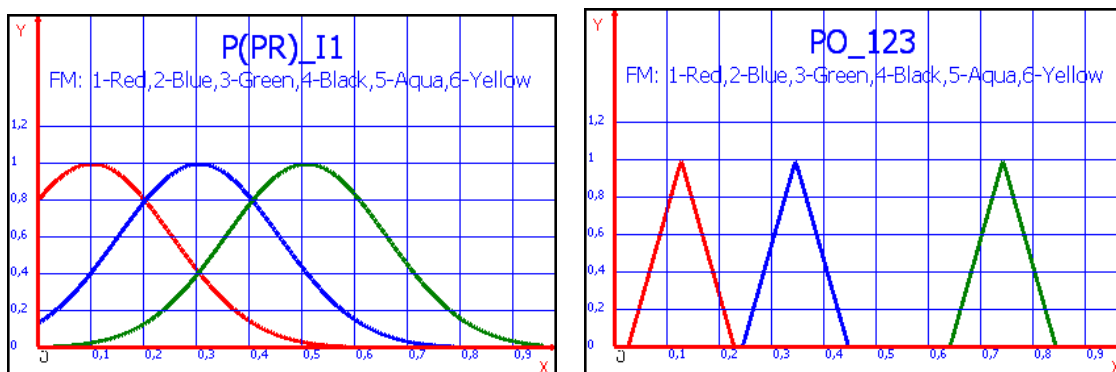


Рис. 4. Функции принадлежности входной и выходной переменных

В случае использования нечетких функций принадлежности вид функций размывается и добавляется след неопределенности (рис. 5).

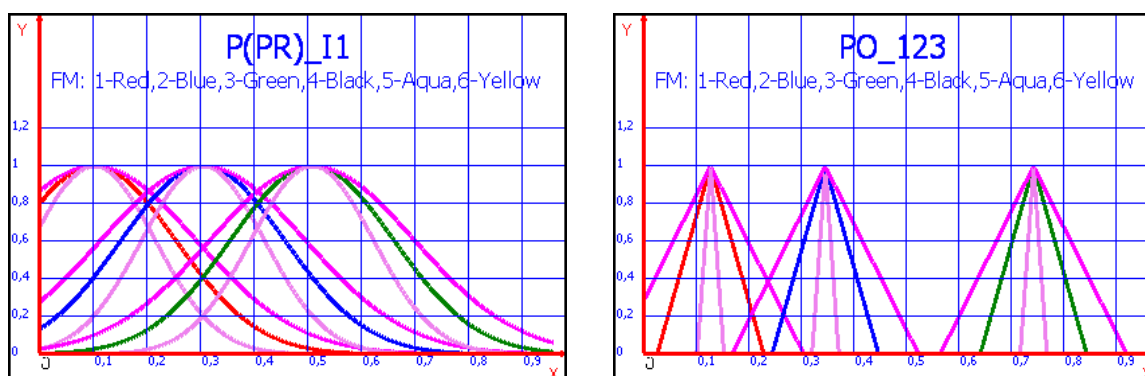


Рис. 5. Вид нечетких функций принадлежности

Расчет надежности системы с использованием нечеткой логики производился с использованием системы нечеткого вывода, описанной в работе [9]. Результаты расчета представлены на рис. 6–8.

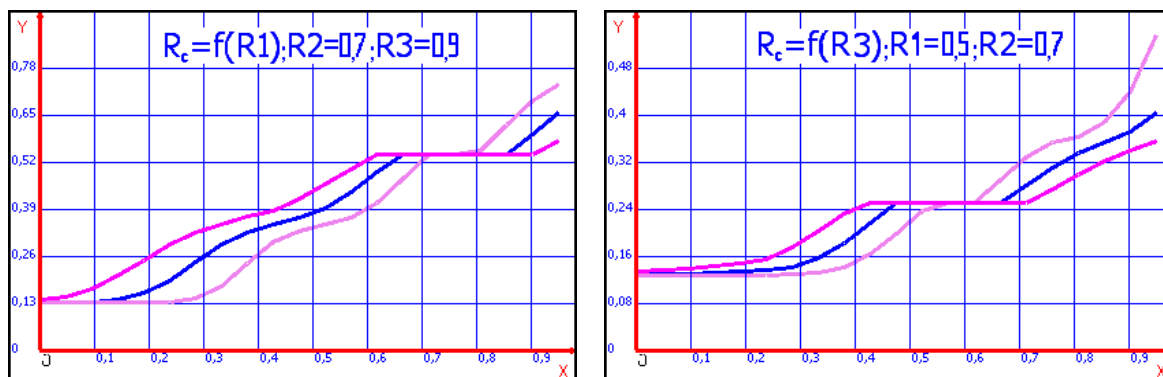


Рис. 6. Расчет надежности системы последовательных элементов

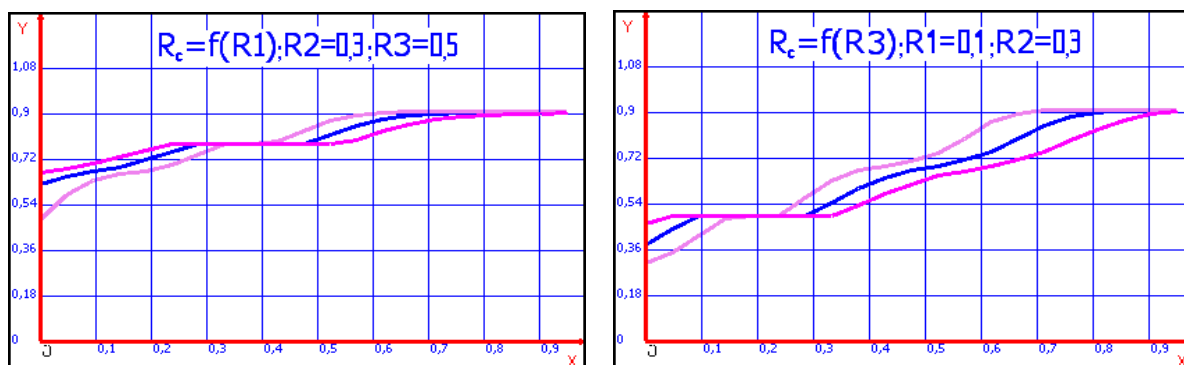


Рис. 7. Расчет надежности системы параллельных элементов

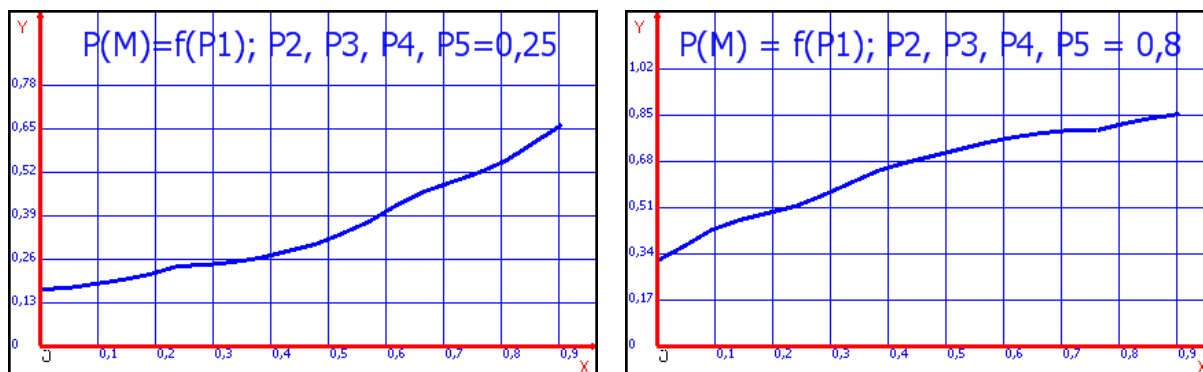


Рис. 8. Расчет надежности системы из пяти элементов

Моделирование расчета надежности элементов систем с помощью нечеткой логики происходит с заданием интервала возможных значений (интервала неопределенности) вероятностей безотказной работы элементов. Поэтому в результате моделирования может быть получен диапазон возможных значений вероятности безотказной работы системы в зависимости от средних значений вероятностей безотказной работы элементов.

### Литература

1. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: СПб ун-т, 2007.

2. Ротштейн А.П. Нечетко-алгоритмический анализ надежности сложных систем // Кибернетика и системный анализ. 2011. № 6.
3. Мацкевич Д.О. Надежность информационных систем центров обработки данных // Информкуррьер-связь (ИКС). 2012. № 4.
4. Ротштейн А.П. Оценка нечеткой надежности элементов систем // Надежность. 2014. № 4.
5. Kumar A. Fuzzy System Reliability Using Different Types of Vague Sets // Int. Journal of Applied Science and Engineering. 2008. № 6.
6. Chang J.R. The reliability of general vague fault-tree analysis of weapon systems fault diagnosis // Soft Computing. 2006. № 10.
7. Karnik N.N., Mendel J.M., Liang Q. Type-2 Fuzzy Logic Systems // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. 1999. Vol. 7. No. 6.
8. Жуковицкий И.В., Косолапов А.А., Михалев А.И. Методика оценки надежности нечетких систем // Автоматические системы управления на транспорте. 2012. № 2.
9. Лабинский А.Ю., Уткин О.В. Система нечеткого вывода с нечеткими функциями принадлежности // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 1. С. 68–73.

## **О ВЛИЯНИИ РЯДА КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ИТОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ СУДЕБНЫХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТОВ**

**Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук;**

**П.М. Агеев, кандидат технических наук;**

**С.В. Савосько.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматривается зависимость расчетной величины индивидуального пожарного риска от количества не эвакуировавшихся из здания людей в случаях выполнения и невыполнения коэффициентов противопожарной защиты. Представлен анализ влияния ряда различных коэффициентов на итоговое значение расчетной величины индивидуального пожарного риска. Описываются перспективы практического использования в ходе предаттестационной подготовки действующих судебных пожарно-технических экспертов.

*Ключевые слова:* статистика, частота пожаров, пожарный риск, судебно-экспертное учреждение, дополнительное обучение, профессиональные компетенции

## **ABOUT INFLUENCE OF A NUMBER OF COEFFICIENTS ON TOTAL VALUE OF THE ESTIMATED VALUE OF INDIVIDUAL FIRE RISK IN THE CONTEXT OF ENSURING THE CONTINUOUS EDUCATION OF OPERATING FORENSIC FIRE AND TECHNICAL EXPERTS**

**T.A. Kuzmina; P.M. Ageev; S.V. Savosko.**

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

Dependence of an estimated value of individual fire risk on the number of the people who were not evacuated from the building in cases realization and non-performance of coefficients

of fire-prevention protection is considered. The analysis of influence of a number of various coefficients on total value of an estimated value of individual fire risk is submitted. Prospects of practical use are described during precertification training of operating forensic fire and technical experts.

*Keywords:* statistics, frequency of the fires, fire risk, forensic-expert establishment, additional training, professional competences

В 2008 г. был принят Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ, которым был утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (Регламент), определяющий основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности в Российской Федерации, устанавливающий общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения. Цель утвержденного Регламента – защита жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров [1].

Статьей 6 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ («Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности») было введено понятие «пожарного риска», расчет которого производится при отступлении от обязательных требований нормативных документов по пожарной безопасности.

Порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска был установлен Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [2].

Определение расчетных величин пожарного риска производилось по Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Методика) (Приложение к Приказу МЧС России № 382 от 30 июня 2009 г.) [3].

Согласно Методике оценку пожарного риска проводят на основе расчета воздействия на людей поражающих факторов пожара, основанного на сопоставлении расчетного времени эвакуации людей и времени наступления критического значения наиболее опасного фактора пожара и принятых мер по снижению частоты их возникновения и последствий.

В 2011 г. были приняты изменения в Методику (Приказом от 12 декабря 2011 г. № 749 МЧС России «О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различной функциональной пожарной опасности»), утвержденную Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. [4].

Последний раз Методика была обновлена Приказом МЧС России от 2 декабря 2015 г. № 632, которым были внесены изменения в Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [5].

Данным Приказом были добавлены ряд положений (методика и формулы) для расчета зданий следующих классов функциональной пожарной опасности:

- Ф1.1 (здания дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций);
- Ф1.3 (многоквартирные жилые дома);
- Ф1.4 (одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные).

Для расчета пожарного риска вышеуказанных классов функциональной пожарной опасности была введена формула [5].

Расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_{в,i}$  для  $i$  сценария пожара в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 рассчитывается по формуле:

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \left[ 1 - \left( P_{э,i} + (1 - P_{э,i}) P_{сп,i} \right) \right],$$

где  $Q_{п,i}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в Приложении № 1 к настоящей Методике [5];

$P_{э,i}$  – вероятность эвакуации людей;  $P_{сп,i}$  – вероятность спасения людей.

В настоящей статье описываются результаты проведенной работы по анализу влияния ряда различных коэффициентов, учитывающих факторы, влияющие на пожарную безопасность объекта, на итоговое значение расчетной величины индивидуального пожарного риска.

Рассматривалась зависимость расчетной величины индивидуального пожарного риска от количества не эвакуировавшихся людей для зданий категорий Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 в случаях выполнения и невыполнения коэффициентов противопожарной защиты, приведенных в Методике.

Для автоматизации осуществления расчетов по формулам Методики было разработано программное средство, с помощью которого были получены результаты расчетов в виде таблиц и графиков.

В ходе работы были последовательно произведены расчеты индивидуального пожарного риска для зданий категорий Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 при различных сочетаниях вышеуказанных коэффициентов, условные обозначения которых приведены далее в таблице.

В ходе расчетов последовательно рассматривались следующие ситуации:

– выполняются все требования, влияющие на определение коэффициентов, учитываемых в Методике.

И не выполняется одно из нижеперечисленных требований:

– пути эвакуации не соответствуют требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности;

– системы противоподымной защиты здания не соответствуют нормам документов по пожарной безопасности;

– дислокация подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов не соответствует нормам документов по пожарной безопасности;

– система пожарной сигнализации для рассматриваемого объекта защиты не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности;

– система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей для рассматриваемого объекта защиты не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности.

Для перечисленных ситуаций были построены графики зависимости параметра «расчетная величина индивидуального пожарного риска» от параметра «количество не эвакуировавшихся людей» для объекта защиты (здания) с учетом коэффициентов противопожарной защиты. Условные обозначения, использовавшиеся для коэффициентов, приведены далее в таблице.

**Таблица. Условные обозначения коэффициентов**

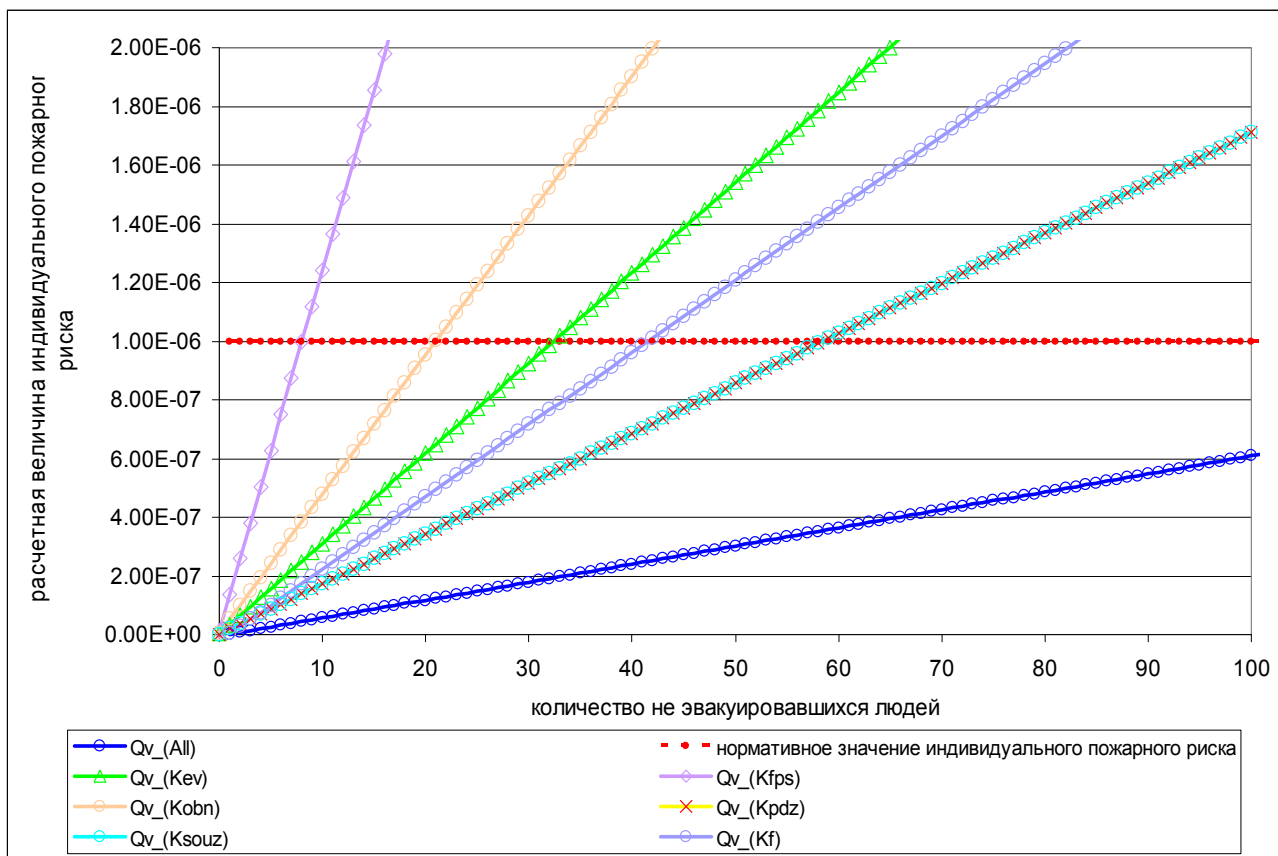
Условное обозначение	Наименование параметра (коэффициента)
Qv	Расчетная величина индивидуального пожарного риска
Qp	Частота возникновения пожара в здании в течение года (определяется на основании статистических данных, приведенных в Приложении № 1 к Методике)
Kobn	Коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности
Ksoue	Коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности
Kpdz	Коэффициент, учитывающий соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности
Kfps	Коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов
Kf	Коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания
Kev	Коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности
Nsum	Общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии
Nneev	Количество не эвакуировавшихся людей (определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара, и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин)

В частности, рассмотрим многоквартирные жилые дома. В соответствии с табл. «Статистические данные о частоте возникновения пожара в зданиях» частота возникновения пожара в течение года для многоквартирного жилого дома составит  $1,9 \cdot 10^{-3}$  (Приложение № 1 к п. 8 Методики).

Для анализа были выбраны следующие ситуации:

- выполняются все требования, влияющие на определение коэффициентов, учитываемых в Методике;
- пути эвакуации многоквартирного жилого дома не соответствуют требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности;
- системы противоподымной защиты здания не соответствуют нормам документов по пожарной безопасности;
- дислокация подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов не соответствует нормам документов по пожарной безопасности;
- система пожарной сигнализации для рассматриваемого объекта защиты не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности;
- система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей для рассматриваемого объекта защиты (многоквартирного жилого дома) не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности.

В ходе расчетов был получен приведенный на рисунке график зависимости параметра «расчетная величина индивидуального пожарного риска» от параметра «количество не эвакуировавшихся людей» для многоквартирного жилого дома с учетом ряда коэффициентов противопожарной защиты.



**Рис. Зависимость параметра «расчетная величина индивидуального пожарного риска» от параметра «количество не эвакуировавшихся людей» для многоквартирного жилого дома с учетом ряда коэффициентов противопожарной защиты**

Из анализа результатов расчета можно сделать выводы:

– В случае соответствия всех мер противопожарной защиты многоквартирного жилого дома требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента (по величине риска) выполняются и в случае, когда число не эвакуировавшихся людей достигает 100 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда пути эвакуации для рассматриваемого объекта защиты (многоквартирного жилого дома) не соответствуют требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 32 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда система противодымной защиты для многоквартирного жилого дома не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 58 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда дислокация подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов для рассматриваемого объекта защиты (многоквартирного жилого дома) не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах

по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 8 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда система пожарной сигнализации для многоквартирного жилого дома не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 20 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей для многоквартирного жилого дома не соответствует требованиям, изложенным в нормативных документах по пожарной безопасности, расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 58 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии;

– В случае, когда коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности для зданий класса Ф1.3, равен нулю (то есть в случае не соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к устройству аварийных выходов), расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает величины, установленной требованиями Регламента. Причем требования Регламента по величине риска выполняются в случае, когда число не эвакуировавшихся людей не превышает 40 % от общей численности людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии.

В дальнейшем планируется проанализировать многоквартирные жилые дома, дошкольные образовательные организации, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные) и образовательные организации с наличием интерната.

В 2010 г. в системе судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» была введена новая специализация судебных пожарно-технических экспертов «Анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий», в программу которой включено, в том числе, обучение расчетам индивидуального пожарного риска.

В пределах своей компетенции при производстве судебных нормативных пожарно-технических экспертиз эксперт рассматривает ряд вопросов по анализу нарушений требований нормативных документов по пожарной безопасности, а также прогнозирует и исследует последствия нарушений. На практике эксперту требуется найти причинно-следственные связи между имеющимися на объекте защиты нарушениями и возникновением, развитием, последствиями пожаров. Пределы компетенции определяются «Квалификационными требованиями к сотрудникам федеральной противопожарной службы МЧС России по специальностям «судебная пожарно-техническая экспертиза» [6].

Чтобы оптимизировать результативность предаттестационной подготовки действующих судебных пожарно-технических экспертов по специализации «Анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий», необходимо включать в программу обучения актуальную и систематизированную информацию, используемую как в процессе дополнительного профессионального обучения сотрудников, так и для анализа нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирования и экспертного исследования их последствий в ходе проведения судебных пожарно-технических экспертиз.



Следует отметить, что в полном объеме информация должна быть доступна только для сотрудников судебно-экспертных учреждений, поскольку вопросы защиты информации представляют особую важность для МЧС России, являющееся Министерством, отличающимся высочайшим уровнем компьютеризации процессов на всех иерархических уровнях [7].

Для автоматизации осуществления расчетов по формулам было разработано программное средство, с помощью которого были получены результаты в виде таблиц и графиков, поскольку применение современных информационных технологий при производстве судебной нормативной пожарно-технической экспертизы повышает эффективность, доказательное значение, наглядность и достоверность проведенных исследований, выполняемых сотрудниками Судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» МЧС России [8].

В настоящее время на судебно-экспертные учреждения, занимающие особое место в структуре федеральной противопожарной службы, возложено выполнение ряда важнейших задач. В связи с этим на первый план выходят широта и качество знаний пожарно-технического эксперта, необходимых для проведения судебной пожарно-технической экспертизы. Эти обстоятельства требуют организации дополнительного образования специалистов судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы МЧС России для повышения их профессиональной компетентности как в специализированных учебных заведениях, каковыми являются вузы МЧС России, так и непосредственно в комплектующих подразделениях. Одним из направлений, позволяющим решить такую задачу, является применение современных информационно-коммуникационных технологий в создании дидактических средств информационно-методической поддержки процесса повышения профессиональной компетентности. Решение поставленной проблемы непосредственно связывается с концептуальным обоснованием целостной системы учебно-предметной деятельности, сохраняющей в условиях применения информационно-коммуникационных технологий в ходе повышения профессиональной квалификации главные этапы формирования новых профессиональных компетенций с использованием конструктивного анализа и моделирования взаимодействия информационно-методического обеспечения с предметно-обучающей средой учебного заведения [9].

### **Литература**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска: Постановление Правительства Рос. Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 // Рос. газ. 2009. 8 апр. Федер. вып. № 4 884.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Приложение к Приказу МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382). Доступ из информ.-правового обеспечения «Гарант».
4. О внесении изменений в Методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различной функциональной пожарной опасности (утв. Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г.): Приказ от 12 дек. 2011 г. № 749 МЧС России. Доступ из информ.-правового обеспечения «Гарант».
5. О внесении изменений в Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382: Приказ МЧС России от 2 дек. 2015 г. № 632. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Квалификационные требования к сотрудникам федеральной противопожарной службы МЧС России по специальности «Судебная пожарно-техническая экспертиза» от 19 сент. 2011 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Шарапов С.В., Синещук М.Ю. Метод и алгоритм обеспечения информационной безопасности функционирования распределенной вычислительной сети автоматизированной информационно-управляющей системы // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 1. С. 76–83.

8. Бельшина Ю.Н., Кузьмина Т.А. Актуализация структуры справочной системы обучающей среды процесса повышения квалификации сотрудников судебно-экспертных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 2 (30). С. 119–123.

9. Кузьмина Т.А. Информационно-технологическое обеспечение непрерывного дополнительного образования специалистов судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2015. 183 с.

## **МЕТОДИКА АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОТРЕБНОСТИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ МЧС РОССИИ**

**В.И. Антюхов, кандидат технических наук, профессор;**

**Н.В. Остудин;**

**А.В. Сорока.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

С целью оптимизации информационных потоков должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях всех уровней МЧС России предлагается методика анализа информационной потребности этих должностных лиц.

*Ключевые слова:* информационная потребность, должностные лица, информационные потоки, анализ информации

## **METHODS OF ANALYSIS THE INFORMATION NEEDS OF OFFICIALS OF CONTROL CENTRES IN CRISIS SITUATIONS OF EMERCOM OF RUSSIA**

V.I. Antyukhov; N.V. Ostudin; A.V. Soroka.

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

To optimize information flows for officials of control centres in crisis situations emergency Ministry of Russia proposes a methodology of analysis of the information needs of these officials.

*Keywords:* information needs, officials, information flows, information analysis

К настоящему времени процесс автоматизации управления центрами управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России в основном завершен и находится в стадии текущего совершенствования и развития. Одним из направлений такого развития является создание средств интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ЦУКС с целью повышения эффективности их управленческого труда.

Интеллектуальная поддержка деятельности должностных лиц ЦУКС всех звеньев управления МЧС России практически отсутствует, нет существующих методик выявления перечня задач, осуществляющих такую поддержку. Предлагаемая статья была задумана авторами как попытка обработать имеющуюся на сегодня информацию по функциональным обязанностям должностных лиц и решаемых ими задачах с целью разработать методику определения информационной потребности должностных лиц и выявления на основе

полученных данных тех задач, которые могут быть потенциально решены автоматизированными системами без участия человека – должностного лица ЦУКС («задачи интеллектуализации»).

Для достижения поставленной цели предлагается методика оценки информационной потребности должностных лиц ЦУКС, включающая три основные составляющие:

- определение перечня задач по функциям управления, подлежащих автоматизированному решению;
- определение перечня потоков (входных, промежуточных и выходных документов, используемых при решении должностными лицами задач управления);
- определение перечня задач, которые могут быть решены автоматически, то есть без участия должностного лица ЦУКС.

Ввиду того, что количество должностных лиц ЦУКС достаточно велико (от 20 до 120 человек), содержание методики рассматривается применительно к одному должностному лицу – специалисту по анализу и подготовке оперативных данных, по паспортам территорий (автоматизированное рабочее место (АРМ)-5). В случае положительных отзывов по содержанию методики (рис. 1) она может быть распространена на любое должностное лицо ЦУКС.



Рис. 1. Содержание методики анализа информационной потребности

Рассмотрим сущность каждой из составляющих методики.

*Первая составляющая методики.* Определение перечня задач по функциям управления, подлежащих автоматизированному решению.

Пусть ставится задача провести анализ информационной потребности должностного лица – специалиста по анализу и подготовке оперативных данных, по паспортам территорий (должностное лицо АРМ-5).

Должностное лицо АРМ-5 является сотрудником ОДС ЦУКС МЧС России (рис. 2), который отвечает за сбор, анализ и подготовку оперативных данных, передачу этих данных вышестоящему руководству, а также за анализ, сбор и обработку паспортов территорий [1].

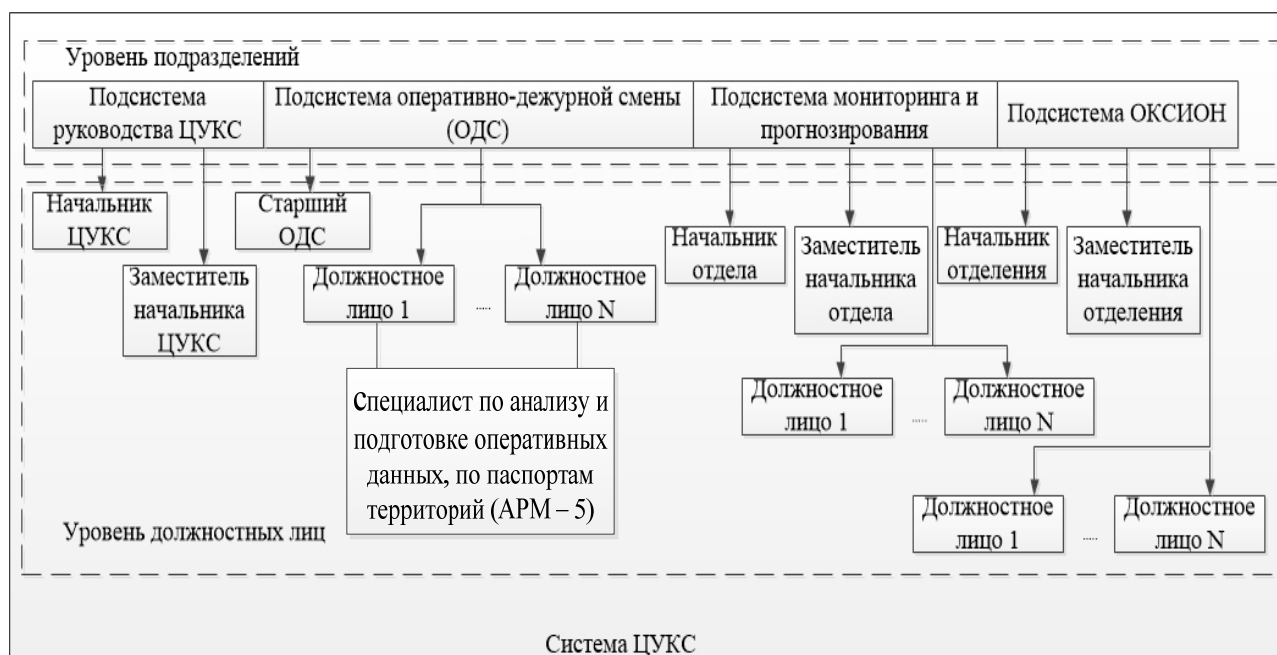


Рис. 2. Место должностного лица АРМ-5 в системе ЦУКС

Исходными данными для определения информационной потребности должностного лица АРМ-5 являются выполняемые им функции в соответствии с должностными инструкциями (функциональными обязанностями). На основе этих данных согласно методике определяются перечень задач (уровень задач – рис. 3) и перечень потоков (уровень документов – рис. 3).

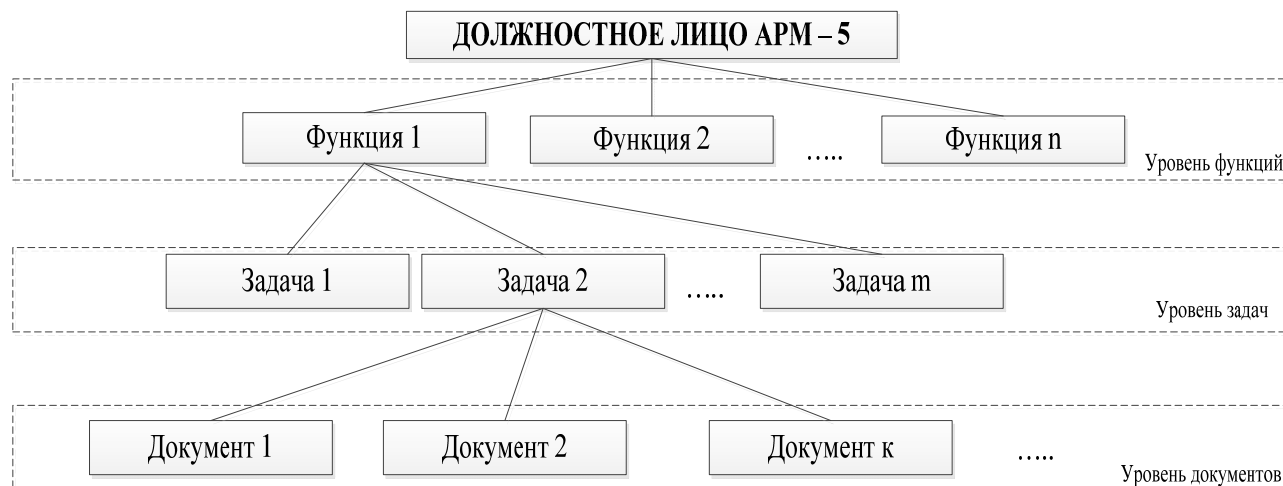


Рис. 3. Уровни определения информационной потребности должностного лица ЦУКС

Функциями должностного лица АРМ-5 являются:

- организация работы с паспортами территорий в круглосуточном режиме;
- контроль состояния и сохранности, находящейся в пользовании, электронно-вычислительной и оргтехники, а также другого материального имущества;
- поддержание в готовности к применению техники и оборудования, находящегося на рабочем месте.

Задачами, выделенными по функциям управления (планирование, учет, контроль, оперативное управление) и подлежащими автоматизированному решению для должностного лица АРМ-5, исходя из его функциональных обязанностей, могут быть:

а) При несении дежурства в режиме повседневной деятельности:

Задачи планирования:

- планирование проверки состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок;
- планирование заслушивания должностных лиц пожарных гарнизонов об угрозах и фактах возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) (происшествий);
- планирование сбора данных по проверке паспортов территорий;
- планирование отчетности о проверке паспортов территорий по согласованию со старшим оперативным дежурным;
- планирование тренировок со специалистами ОДС ЦУКС.

Задачи учета:

- учет сведений, полученных от старшего оперативного дежурного (СОД).

Задачи контроля:

- контроль уровня наполненности паспортов территории;
- контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории.

Задачи оперативного управления:

- управление исполнением регламента работы АРМ-5 при несении оперативного дежурства в повседневной деятельности;
- управление своевременным выполнением должностным лицом АРМ-5 возложенных на него задач;
- управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок;
- управление процессом заслушивания должностных лиц пожарных гарнизонов об угрозах и фактах возникновения ЧС (происшествий);
- управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий;
- управление процессом составления отчетов о проверке паспортов территорий, по согласованию с СОД;
- управление установлением сроков на исправление недостатков по паспортам территорий;
- управление процессом направления отчета в нижестоящий орган управления для последующего устранения недостатков;
- управление докладом старшему СОД о проделанной работе за сутки по паспортам территорий;
- управление процедурой участия в проведении тренировок со специалистами ОДС ЦУКС;
- управление действием согласно технологической карте АРМ-5 при возникновении (угрозе) ЧС.

б) При возникновении ЧС:

Задачи планирования:

- планирование алгоритма действий при ЧС.

Задачи учета:

- учет информации о ЧС;
- учет указаний и распоряжений руководства.

Задачи контроля:

- контроль обстановки в зоне ЧС;

- контроль реагирования функциональной и территориальной подсистемы Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);
- контроль паспорта территории.

Задачи оперативного управления:

- управление вызовом руководства Главного управления (ГУ) МЧС России по субъектам федеральных округов (ФО) при возникновении ЧС;
- управление переходом на алгоритм работы при ЧС в соответствии с технологической картой АРМ-5;
- управление уточнением информации о ЧС у руководителя смены;
- управление процессом предоставления СОД паспорта территории для принятия первичных управленческих решений по ликвидации ЧС;
- управление проверкой паспорта территории;
- управление процессом устранения выявленных недостатков;
- управление процессом взаимодействия с министерствами и ведомствами согласно регламенту работы ОДС (уточнение необходимых сведений, фамилий должностных лиц, с которыми будет осуществляться взаимодействие, номера их телефонов и способы связи).

Перечень задач, подлежащих автоматизированному решению в интересах должностного лица АРМ-5, является открытым и может быть расширен по мере уточнения функциональных обязанностей должностного лица.

*Вторая составляющая методики.* Определение перечня потоков.

Основным видом отчетности должностного лица (АРМ-5) являются отрабатываемые документы, то есть основное управляющее воздействие орган управления направляет на обработку документов.

В соответствии с методикой можно провести анализ документов с помощью матричной модели (табл. 2), которые отрабатывает должностное лицо АРМ-5 при решении задач в режиме ЧС и в режиме повседневной деятельности (табл. 1).

Метод построения матричных моделей сводится к последовательному сбору всех документов, циркулирующих в системе, пополнению их недокументированными сведениями, представлению содержания документов в матричном виде и анализу полученных сведений.

Таблица 1. Перечень документации, отрабатываемой АРМ-5

№ п/п	Наименование документа	Задачи, соответствующие отрабатываемому документу	Классификация задачи по функции управления
В повседневной деятельности			
1	Сведения по анализу паспортов территории энергоснабжения	Контроль уровня наполненности паспортов территории	Задача контроля
		Управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача оперативного управления
		Управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача оперативного управления
		Управление докладом СОД о проделанной работе за сутки по паспортам территорий	Задача оперативного управления
2	«Вводные» по тренировкам для	Планирование тренировок со специалистами ОДС ЦУКС	Задача планирования

	пожарных пожарно- спасательных гарнизонов	Управление процедурой участия в проведении тренировок со специалистами ОДС ЦУКС	Задача оперативного управления
3	Рапорт по проверке паспортов	Планирование проверки состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача планирования
		Планирование сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача планирования
		Контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории	Задача контроля
		Контроль уровня наполненности паспортов территории	Задача контроля
		Управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача оперативного управления
		Управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача оперативного управления
4	Сведения по проверке паспортов территории	Планирование проверки состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача планирования
		Планирование сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача планирования
		Контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории	Задача контроля
		Контроль уровня наполненности паспортов территории	Задача контроля
		Управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача оперативного управления
		Управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача оперативного управления
5	Сведения по анализу проверки паспортов территорий муниципальных образований	Планирование проверки состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача планирования
		Планирование отчетности о проверке паспортов территорий по согласованию с СОД	Задача планирования
		Контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории	Задача контроля
		Контроль уровня наполненности паспортов территории	Задача контроля
		Управление докладом старшему оперативному дежурному о проделанной работе за сутки по паспортам территорий	Задача оперативного управления
6	Ведомость выявленных недостатков при проверке паспортов территорий	Планирование проверки состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	Задача планирования
		Планирование сбора данных по проверке паспортов территорий	Задача планирования

		Планирование отчетности о проверке паспортов территорий по согласованию со старшим оперативным дежурным	Задача планирования
		Контроль уровня наполненности паспортов территории	Задача контроля
		Контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории	Задача контроля
		Управление процессом составления отчетов о проверке паспортов территорий, по согласованию с СОД	Задача оперативного управления
При возникновении ЧС			
1	Схема вызова руководства ГУ МЧС России по субъектам ФО при возникновении ЧС	Управление вызовом руководства ГУ МЧС России по субъектам ФО при возникновении ЧС	Задача оперативного управления
2	Схема организации управления и взаимодействия при ликвидации ЧС	Управление процессом взаимодействия с министерствами и ведомствами согласно регламенту работы ОДС (уточнение необходимых сведений, фамилий должностных лиц, с которыми будет осуществляться взаимодействие, номера их телефонов и способы связи)	Задача оперативного управления
3	Сведения по анализу реагирования функциональной подсистемы (ФП) и территориальной подсистемы (ТП) РСЧС на ЧС	Управление процессом взаимодействия с министерствами и ведомствами согласно регламенту работы ОДС (уточнение необходимых сведений, фамилий должностных лиц, с которыми будет осуществляться взаимодействие, номера их телефонов и способы связи)	Задача оперативного управления
4	Ведомость контроля реагирования ФП и ТП РСЧС на происшествие	Контроль реагирования ФП и ТП РСЧС	Задача контроля
5	Паспорт территории	Управление процессом предоставления СОД паспорта территории для принятия первичных управленческих решений по ликвидации ЧС	Задача оперативного управления
6	Схема реагирования ФП и ТП РСЧС	Контроль реагирования ФП и ТП РСЧС	Задача контроля

Матричная модель (табл. 2) представляет собой таблицу, определяющую информационную потребность должностного лица АРМ-5 и решаемых им задач в документах. Строкам модели ставятся в соответствие документы ( $D_i$ ), а столбцам – показатели этих документов ( $P_j$ ), соответственно: входные, промежуточные и выходные [2].



Таблица 2. Матричная модель

Документы $D_i$	Показатели $\Pi_j$														
	входные					промежуточные						выходные			
	$\Pi_1^B$	$\Pi_2^B$	$\Pi_3^B$			$\Pi_1^{\Pi}$	$\Pi_2^{\Pi}$			$\Pi_3^{\Pi}$	$\Pi_4^{\Pi}$	$\Pi_1^{Вых}$	$\Pi_2^{Вых}$	$\Pi_3^{Вых}$	$\Pi_4^{Вых}$
			$\Pi_{31}^B$	$\Pi_{32}^B$	$\Pi_{33}^B$		$\Pi_{21}^{\Pi}$	$\Pi_{22}^{\Pi}$	$\Pi_{23}^{\Pi}$						
Сведения по анализу паспортов территорий энергоснабжения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
Сведения по проверке паспортов территорий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рапорт по проверке паспортов	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	+	+	+
Ведомость выявленных недостатков при проверке паспортов территорий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	–	–	–

где  $\Pi_1^B$  – количество проверенных паспортов территории;  $\Pi_2^B$  – наименование паспортов территории;  $\Pi_3^B$  – кто разработал паспорт территории;  $\Pi_{31}^B$  – фамилия;  $\Pi_{32}^B$  – имя;  $\Pi_{33}^B$  – отчество;  $\Pi_1^{\Pi}$  – наименование районов, городских округов, городских поселений, сельских поселений, населенных пунктов, потенциально опасных объектов и объектов с массовым пребыванием людей;  $\Pi_2^{\Pi}$  – кем проверен паспорт территории;  $\Pi_{21}^{\Pi}$  – фамилия;  $\Pi_{22}^{\Pi}$  – имя;  $\Pi_{23}^{\Pi}$  – отчество;  $\Pi_3^{\Pi}$  – когда проверен паспорт территории;  $\Pi_4^{\Pi}$  – вид проверки;  $\Pi_1^{Вых}$  – недостатки;  $\Pi_2^{Вых}$  – сроки устранения недостатков;  $\Pi_3^{Вых}$  – общая оценка за паспорт территории (количественная);  $\Pi_4^{Вых}$  – качественная оценка паспорта территории

Процесс функционирования должностного лица АРМ-5 согласно методике может быть представлен в виде еще одной матричной модели, позволяющей провести анализ выделенных задач (рис. 4).

0	0	0	1	$a_1$	$  \begin{array}{c}  a_i \downarrow \\  z_j \quad \downarrow \\  b_k \quad \rightarrow z_r  \end{array}  $					
1	0	1	0	$a_2$						
0	1	0	1	$a_3$						
$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$							
1	1	0	0	$b_1$	$z_1(z_2)$	$z_1(z_3)$	$z_1(z_4)$	$z_2(z_3)$	$z_2(z_4)$	$z_3(z_4)$
1	1	1	1	$b_2$	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	$b_3$	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	$b_4$	0	0	0	1	1	1

Рис. 4. Взаимосвязи задач по документам

В верхнем квадранте матрицы на рис. 4 отражаются сведения об использовании исходных данных для решения конкретных задач ( $a_i$ ); в нижнем левом квадранте – сведения о результатах решения каждой задачи ( $b_j$ ); в нижнем правом квадранте – сведения о взаимосвязях задач ( $z_s$ ). Информационная потребность (количество входных или выходных документов, используемых в задачах ( $z_i$ )) может быть определена с использованием соотношения:

$$N = |a_i \cup b_j|.$$

Пусть должностное лицо, рассматриваемое в статье, решает следующие четыре задачи:

$z_1$  – управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий;

$z_2$  – контроль уровня наполненности паспортов территории;

$z_3$  – контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории;

$z_4$  – управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок;

$a_i$  – исходные данные к задачам  $z_1, \dots, z_4$ .

Выходными документами по результатам решения этих задач являются:

$b_1$  – сведения по анализу паспортов территорий энергоснабжения;

$b_2$  – сведения по проверке паспортов территорий;

$b_3$  – рапорт по проверке паспортов;

$b_4$  – ведомость выявленных недостатков при проверке паспортов территорий.

При использовании входных данных  $a_i$  в задаче  $z_s$  и наличии в качестве выходных данных при решении задачи  $z_s$  документа  $b_j$  в матричную модель (рис. 5) заносится «1», в противном случае – «0».

Например, для решения задачи управления процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий используются документы  $b_1, b_2, b_3$ .

Соответственно, в первый столбец левого квадранта заносится три единицы. В правый квадрант матричной модели заносятся сведения о взаимодействии задач (то есть, какие идентичные входные данные и выходные документы используются в разных задачах).

Например, задачи  $z_1$  и  $z_2$  взаимодействуют друг с другом (имеют идентичные выходные документы) через документы  $b_1, b_2, b_3$  (рис. 5).

	$z_1(z_2)$
$b_1$	1
$b_2$	1
$b_3$	1
$b_4$	0

Рис. 5. Взаимодействие задач  $z_1$  и  $z_2$

Из анализа информационной потребности видно, что входные и выходные документы повторяются в ряде задач, поэтому целесообразно ее обрабатывать автоматизировано с использованием теории информационных систем.

Таким образом, в результате применения предложенной методики анализа информационной потребности должностного лица АРМ-5 ЦУКС МЧС России определяется перечень задач, подлежащих автоматизированному решению (это преимущественно задачи оперативного управления и задачи планирования) и соответствующие этим задачам входные и выходные документы (потoki).

*Третья составляющая методики.* Определение перечня задач, которые могут быть решены автоматически, то есть без участия должностного лица ЦУКС.

Содержанием методики является также определение круга задач, которые должностное лицо сможет выполнять с использованием средств интеллектуализации.

Известно, что отработка любого документа включает три вида процессов:

- информационные процессы (формальные преобразования);
- расчетные процессы (содержательные преобразования);
- творческие процессы.

Задача интеллектуализации того или иного процесса предполагает реализацию преимущественно информационных процессов и в небольшой степени – расчетных процессов.

Анализ задач, решаемых должностным лицом АРМ-5, показывает, что информационные процессы занимают до 80 % его времени, расчетные – до 15 %, а творческие – не более 5 %.

Если возложить исполнение информационных процессов и частично расчетных процессов, выполняемых должностными лицами АРМ-5, на средства интеллектуальной поддержки, то у сотрудников высвобождается время для решения творческих задач.

Оценку возможности решения задач с использованием средств интеллектуальной поддержки в методике предлагается проводить с помощью экспертного метода парных (бинарных) сравнений. Для каждой задачи, решаемой должностным лицом АРМ-5, определяется общая и частные цели ее решения.

Методика предусматривает привлечение эксперта, который проводит оценку общих и частных целей  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$  решения задачи (табл. 3).

Таблица 3. Анализ целей решения задач

Задача	Общая цель решения	Частные цели
$z_1$ – управление процедурой сбора данных по проверке паспортов территорий	$\Pi_1$ – сбор данных по проверке паспортов территории	$\text{ЧЦ}_{11}$ – анализ паспортов территории; $\text{ЧЦ}_{12}$ – выявление недостатков, выявленных в ходе проверки паспортов; $\text{ЧЦ}_{13}$ – исправление паспортов территории
$z_2$ – контроль уровня наполненности паспортов территории	$\Pi_2$ – оценка полноты наполненности паспорта территории	$\text{ЧЦ}_{21}$ – сравнение требуемого положения дел с фактическим; $\text{ЧЦ}_{22}$ – отправление паспорта на доработку; $\text{ЧЦ}_{23}$ – выявление худших и лучших
$z_3$ – контроль устранения выявленных недостатков по паспортам территории	$\Pi_3$ – оценка фактического устранения выявленных недостатков по паспортам территории	$\text{ЧЦ}_{31}$ – оценка структуры и наполненности паспортов территории, %; $\text{ЧЦ}_{32}$ – выявление худших и лучших; $\text{ЧЦ}_{33}$ – доклад вышестоящему руководству
$z_4$ – управление проведением проверок и оценок состояния паспортов территорий в ходе учений и тренировок	$\Pi_4$ – оценка состояния паспортов территории в ходе тренировок	$\text{ЧЦ}_{41}$ – выставление оценок за паспорт территории; $\text{ЧЦ}_{42}$ – выявление недостатков; $\text{ЧЦ}_{43}$ – контроль устранения выявленных недостатков

Согласно методу парных (бинарных) сравнений осуществляются парные сравнения целей во всех возможных сочетаниях [3]. В каждой паре выделяется наиболее предпочтительная цель. И это предпочтение выражается с помощью оценки по какой-либо шкале. Обработка матрицы оценок позволяет найти веса целей, характеризующие их относительную важность. Одна из возможных модификаций метода состоит в следующем:

– составляется матрица бинарных предпочтений, в которой предпочтение целей выражается с помощью булевых переменных;

– определяется цена каждой цели путем суммирования булевых переменных по соответствующей строке матрицы.

В соответствии с методом парных сравнений для задачи установления перечня документов, подлежащих выполнению с использованием методов и средств интеллектуальной поддержки, эксперт проводит оценку частных целей.

По матрице бинарных отношений определяется цена каждой цели. Эти оценки (числа) характеризуют предпочтительность решения задачи средствами интеллектуальной поддержки. Для последующей формализации полученные цены нормируются (табл. 4).

Таблица 4. Матрица бинарных предпочтений

$Ц_i/Ц_j$	$Ц_{11}$	$Ц_{12}$	$Ц_{13}$	$Ц_{21}$	$Ц_{22}$	$Ц_{23}$	$Ц_{31}$	$Ц_{32}$	$Ц_{33}$	$Ц_{41}$	$Ц_{42}$	$Ц_{43}$
$Ц_{11}$	X	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
$Ц_{12}$	1	X	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
$Ц_{13}$	1	0	X	0	0	1	0	1	1	1	1	1
$Ц_{21}$	0	0	0	X	1	0	1	0	1	1	1	0
$Ц_{22}$	1	0	1	0	X	1	1	1	0	1	0	1
$Ц_{23}$	0	0	0	1	0	X	1	0	1	0	1	1
$Ц_{31}$	1	1	1	0	0	0	X	0	0	1	1	0
$Ц_{32}$	0	1	1	1	0	0	1	X	1	0	0	1
$Ц_{33}$	0	1	1	0	0	1	0	1	X	1	1	1
$Ц_{41}$	0	0	1	0	1	1	1	0	0	X	1	0
$Ц_{42}$	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	X	0
$Ц_{43}$	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	X

Полученная от экспертов эвристическая информация, согласно предлагаемой методике, может быть переведена из количественной в качественную оценку (и наоборот), например, с использованием шкалы Е. Харрингтона (табл. 5).

Таблица 5. Шкала Е. Харрингтона для формализации эвристической информации

Лингвистические оценки	Балльные оценки	Шкала Е. Харрингтона
Отлично	5	0,8–1
Хорошо	4	0,63–0,8
Удовлетворительно	3	0,37–0,63
Плохо	2	0,2–0,37
Очень плохо	1	0–0,2

Предложенная в статье методика позволяет обеспечить определение информационной потребности должностных лиц подразделений МЧС России при автоматизации процесса решения задач с использованием и без использования средств интеллектуализации.

Направлением дальнейших исследований являются вопросы формализации и алгоритмизации процессов интеллектуальной поддержки должностных лиц ЦУКС МЧС России.

### Литература

1. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Методика выявления и анализа проблемных вопросов в деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 1. С. 97–106.
2. Теоретические основы автоматизации управления войсками / В.С. Анфилов [и др.]. Л.: Воен. акад. связи им. С.М. Буденного, 1978. 16 с.
3. Системный анализ и принятие решений / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 398 с.

---

---

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

---

---

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ (РАЗРУШЕНИЯХ) НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

**Н.П. Воропаев, кандидат военных наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлен анализ существующих методик прогнозирования обстановки при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах. Обоснованы предложения по использованию методики для прогнозирования обстановки при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах.

Отмечена важность разработки единой методики, которая должна максимально учитывать особенности территории, на которой располагается химически опасный объект. Отражены основные направления создания единого комплекса программ специального программного обеспечения, который позволит повысить оперативность принимаемых решений.

*Ключевые слова:* аварийно химически опасное вещество, химически опасный объект, химическая авария, химическая обстановка, прогнозирование, комплекс программ специального программного обеспечения

## METHODICAL APPROACHES TO FORECASTING THE ENVIRONMENT IN CASE OF ACCIDENTS (DESTRUCTIONS) ON CHEMICALLY HAZARDOUS OBJECTS

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

This article presents the analysis of existing methods of predicting the environment in case of accidents (destruction) on chemically dangerous objects. Justified proposals for the use of methods for the prediction of the environment in case of accidents (destruction) on chemically dangerous objects.

Noted the importance of developing a common methodology, which should take into account the features of the territory, which is chemically hazardous object. Reflects the main directions of creation of a single set of programs special software, which will improve the timeliness of the decisions.

*Keywords:* emergency chemically hazardous substance, chemically hazardous facility, chemical accident, chemical environment, forecasting, complex programs special software

В настоящее время в системе отраслей промышленности Российской Федерации особое место занимает химическая промышленность, нет ни одной отрасли промышленности

и всего народного хозяйства, где не использовалась бы продукция химии. Применение химической продукции приносит стране большой экономический и социальный эффект, который заключается в расширении сырьевой базы народного хозяйства, увеличении объема производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, сокращении времени производства продукции, повышении качества производимой продукции, экономии материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

На территории Российской Федерации функционируют свыше 3 300 химически опасных объектов (ХОО), 148 городов расположены в зонах повышенной химической опасности. Суммарная площадь, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет 300 тыс. км<sup>2</sup> с населением около 54 млн человек. По принятой в нашей стране классификации 384 из них отнесены к объектам I степени и 229 – ко II степени опасности. В качестве критерия классификации была принята численность населения, проживающего в опасных районах (зонах возможного заражения). К I степени опасности отнесены объекты, при аварии на которых в зону возможного химического заражения попадает более 75 тыс. чел., ко II – от 40 до 75 тыс. чел., к III – менее 40 тыс. чел. и к IV – когда зона возможного химического заражения не выходит за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны. Анализ химических аварий в России указывает на устойчивую тенденцию роста их количества и объемов причиняемого ими ущерба. При этом значительное число аварий происходит при перевозке (транспортировке) аварийно химически опасных веществ (АХОВ) – около 55 % случаев, остальные 45 % происходят непосредственно на стационарных ХОО.

Проблема обеспечения безопасности населения, проживающего в зонах возможного химического заражения в случае аварий на ХОО, занимает особое место среди задач по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС). Химические аварии имеют свои характерные особенности, негативно влияющие на проведение защитных мероприятий. К этим особенностям следует отнести: невозможность прогнозирования аварий по времени; высокая вероятность тяжелых последствий для жизни и здоровья людей, подвергшихся воздействию химически опасных веществ; сложность заблаговременного принятия эффективных защитных мер; непредсказуемость экологических последствий и др.

В Российской Федерации в последние годы накоплен немалый опыт ликвидации последствий химических аварий. Так, на территории Российской Федерации в период с 2010 по 2015 гг. зарегистрировано 16 техногенных ЧС, связанных с авариями с выбросом (угрозой выброса) АХОВ, из них в 2010 г. – 4, 2011 г. – 1, 2012 г. – 2, 2013 г. – 6, 2014 г. – не зарегистрировано и 2015 г. – 3 [1]. Выводы, сделанные на основе анализа подобных ЧС, говорят о том, что знание поражающих свойств АХОВ, заблаговременное прогнозирование и оценка последствий возможных аварий с их выбросом (проливом), умение правильно действовать в таких условиях и ликвидировать последствия химических аварий – одно из необходимых условий обеспечения безопасности населения.

В зависимости от физико-химических свойств АХОВ и условий их использования, хранения и транспортировки, в результате крупных аварий на ХОО могут возникать ЧС четырех основных типов, отличающиеся друг от друга характером воздействия поражающих факторов, организацией и технологией ведения аварийно-спасательных работ:

- с образованием только первичного облака АХОВ;
- с образованием пролива, первичного и вторичного облаков АХОВ;
- с образованием пролива и только вторичного облака АХОВ;
- с заражением территории (грунта, воды) малолетучими АХОВ.

В настоящее время для прогнозирования последствий аварий (разрушений), сопровождающихся выбросом (проливом) АХОВ, используется несколько методик.

К их числу относятся:

- методика РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [2];

– методика оценки последствий химических аварий (Методика «ТОКСИ-2.2» НТЦ «Промышленная безопасность») [3];

– методика РД-03-26-2007 «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ» (Методика «ТОКСИ-3») [4] утратила силу в связи с утверждением Руководства по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» [5];

– свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне» [6];

– методические рекомендации по определению приоритетов поражения объектов тыла и оценке обстановки, которая может сложиться в результате применения потенциальным противником обычных современных средств поражения, для планирования мероприятий гражданской обороны и защиты населения в Российской Федерации, субъекте Российской Федерации и муниципальном образовании (Методические рекомендации) [7].

Для обоснования предложений по использованию методики для прогнозирования обстановки при авариях (разрушениях) на ХОО были получены результаты заблаговременного прогноза масштабов возможного химического заражения с использованием таких методик, как РД 52.04.253-90, СП 165.1325800.2014 и Методических рекомендаций. В качестве исходной обстановки рассмотрена химическая авария, которая может произойти при транспортировке железнодорожным транспортом 5 т сжиженного хлора. По токсичным свойствам и широкому распространению сжиженный хлор и аммиак являются наиболее опасными АХОВ.

Результаты представлены в таблице.

Таблица. Результаты заблаговременного прогноза масштабов возможного химического заражения

Используемая методика прогнозирования обстановки при авариях (разрушениях) на ХОО	Глубина зоны возможного заражения, км
РД 52.04.253-90	12,7
СП 165.1325800.2014	2,7
Методические рекомендации	3,1

Анализ результатов, представленных в таблице, показал, что масштабы возможного химического заражения, полученные с использованием перечисленных методик, существенно различаются. Наряду с этим не все существующие методики учитывают особенности территории (параметры местности, параметры поверхности пролива и т.д.), на которой располагается ХОО.

В связи с этим возникает необходимость в разработке единой методики, которая максимально будет учитывать особенности территории, на которой располагается ХОО.

Применение единой методики позволит в полной мере реализовать требования Приказа МЧС России от 1 октября 2014 г. № 543 «Об утверждении Положения об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты», в котором определено, что обеспечению средствами индивидуальной защиты подлежит население, проживающее на территориях в пределах границ зон возможного радиоактивного и химического загрязнения (заражения), устанавливаемых вокруг радиационно, ядерно и химически опасных объектов [8].

В настоящее время наиболее полно проявляют свои достоинства подходы, реализованные с использованием ЭВМ, которые получили широкое применение. ЭВМ позволяет хранить и обрабатывать огромные массивы данных, производить расчеты, что вручную делать достаточно затруднительно.

Наряду с этим возникает необходимость создания единого комплекса программ специального программного обеспечения, который позволит повысить оперативность принимаемых решений. Поэтому дальнейшее совершенствование методик и соответствующего программного обеспечения является актуальным направлением в данной области.

Важнейшей характеристикой информационного обеспечения должна быть своевременность и соответствие предоставляемых данных фактическим параметрам состояния окружающей среды. В состав информационного обеспечения должны входить фактические данные об источниках загрязнений, данные о ресурсах и другая информация. В последние годы ведется большая работа по компьютерной реализации расчетных методик применительно к решению тех или иных прикладных задач. Заслуживают внимания компьютерные методики и программы, разработанные рядом организаций Санкт-Петербурга, которые согласованы с Главной геофизической обсерваторией им. Войкова и доведены до практической реализации.

Так, в настоящее время Методические указания [4] совместно с Методикой оценки последствий химических аварий (Методика «ТОКСИ-2.2») реализованы в компьютерном варианте (ТОХИ+), распространяемом НТЦ «Промышленная безопасность».

В настоящее время также разработано много геоинформационных систем (ГИС), предусмотренных для решения различных экологических задач и проблем промышленной безопасности.

Использование ГИС-технологий в последние годы стало широко распространенным. Можно создать карты, с помощью которых наиболее удобно можно будет проводить анализ аварийных ситуаций. Характеристики ХОО чрезвычайно разнообразны, они обладают пространственными свойствами, что делает картографический метод исследования наиболее приемлемым методом анализа. Привлечение программных компьютерных средств, обладающих мощным графическим иллюстративным инструментарием, в технологию изготовления и, особенно, анализа карт необходимо и позволяет поднять картографическое изображение на более высокий технический и художественный уровень оформления, существенно улучшить наглядность и читаемость. Отображение ХОО и обстановки при возникновении аварии с выбросом (проливом) АХОВ на электронных картах местности позволит повысить качество и скорость принятия решений по предупреждению и ликвидации последствий ЧС.

### **Литература**

1. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 15.06.2016).
2. РД 52.04.253-90. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (утв. Штабом ГО СССР, Госкомгидрометом СССР 23 марта 1990 г.). URL: [www.standartGOST.ru](http://www.standartGOST.ru) (дата обращения: 03.09.2016).
3. Методика оценки последствий химических аварий (Методика «ТОКСИ-2.2» НТЦ «Промышленная безопасность», согласованная Госгортехнадзором России) // Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: сб. документов. Сер. 27. Вып. 2. 2-е изд., испр. и доп. М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. 208 с.
4. Об утверждении и введении в действие Методических указаний по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ. РД-03-26-2007: Приказ Ростехнадзора от 14 дек. 2007 г. № 859. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Об утверждении Руководства по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ»: Приказ Ростехнадзора от 20 апр. 2015 г. № 158. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. СП 165.1325800.2014. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90 (утв. Приказом Минстроя России от 12 нояб. 2014 г. № 705/пр). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Методические рекомендации по определению приоритетов поражения объектов тыла и оценке обстановки, которая может сложиться в результате применения потенциальным противником обычных современных средств поражения, для планирования мероприятий гражданской обороны и защиты населения в Российской Федерации, субъекте Российской Федерации и муниципальном образовании (утв. Зам. Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 9 марта 2015 г.). URL: [docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 23.10.2016).



8. Об утверждении Положения об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты: Приказ МЧС России от 1 окт. 2014 г. № 543. URL: [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru) (дата обращения: 23.10.2016).

## **ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Е.С. Калинина, кандидат педагогических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрен алгоритм применения комбинаторного метода группового учета аргументов при математическом моделировании технологических производств. Исследованы вопросы оценки точности и прогнозирующих характеристик, полученных методом группового учета аргументов математических моделей различных стадий химического производства.

*Ключевые слова:* безопасность химических производств, математическая модель, метод группового учета аргументов, прогнозирование

## **POSSIBILITIES OF THE GROUP METHOD OF DATA HANDLING IN PROBLEMS OF FORECASTING OF SAFETY OF CHEMICAL PRODUCTIONS**

E.S. Kalinina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The algorithm of application of a group method of data handling at mathematical modeling of technological productions is considered. Questions of an assessment of accuracy and the predicting characteristics received by the group method of data handling of mathematical models of various stages of chemical production are investigated.

*Keywords:* safety of chemical productions, mathematical model, group method of data handling, forecasting

В настоящее время химические производства являются одними из наиболее опасных техногенных источников воздействия на человека и окружающую среду. Химическая опасность производств подразделяется на токсическую, пожаро- и взрывоопасную. К химически опасным объектам относятся не только предприятия химической, нефтехимической, металлургической и других отраслей промышленности, где токсические химические вещества содержатся в сырье, вспомогательных материалах, технологических смесях, продуктах и отходах. Значительные массы сильнодействующих токсических веществ сосредоточены на объектах пищевой, мясомолочной промышленности, в жилищно-коммунальном хозяйстве и т.д. [1].

Таким образом, задача предотвращения чрезвычайных ситуаций на химических производствах, анализ, оценка риска и управление их безопасностью на сегодняшний день является очень актуальной. Эффективное решение поставленной задачи может быть получено на основе системного подхода к изучаемой проблеме с использованием математического моделирования.

Эффективным аппаратом построения математических моделей прогнозирования, дающим возможность автоматически находить скрытые взаимозависимости в исследуемых процессах и выбирать оптимальную структуру модели, является метод группового учета аргументов [2].

Метод группового учета аргументов (МГУА) применяется в самых различных областях для анализа данных, прогнозирования, моделирования систем, оптимизации и распознавания образов. Метод базируется на индуктивных принципах – нахождение лучшего решения основано на переборе всевозможных вариантов [3].

Математические модели, полученные МГУА, отвечают всем требованиям, которые предъявляются к моделям, используемым для промышленных систем оптимизации: информативностью, адекватностью и точностью в диапазоне возможных режимов, малым временем счета и сравнительно небольшим объемом оперативной памяти на ЭВМ [4].

В регрессионных моделях диапазон корректного использования модели устанавливается с помощью интервала доверительной вероятности, который оценивает близость математической модели объекта к математическим моделям процессов с нормальным распределением. В отличие от регрессионных уравнений, которые являются уравнениями момента первого порядка, модели, полученные МГУА, можно рассматривать как модели закономерностей моделируемого объекта, построенные по экспериментальным данным [5, 6]. Поэтому математические модели, полученные МГУА, необходимо дополнить уравнениями, которые установят условия их применения. Особенно это необходимо при расчетах, когда изменение переменных выходит за диапазон значений, на которых были построены МГУА, используемые в модели.

На сегодняшний день разработано много различных МГУА [7]. В настоящей работе рассмотрим применение однорядного или, так называемого, комбинаторного алгоритма МГУА, который наиболее эффективен для решения технических задач. В работе [6] установлено, что комбинаторный алгоритм не имеет «ошибки многорядности» и не может потерять оптимальную модель, потому что обеспечивает перебор всех возможных, при заданной опорной функции, моделей. Практически его можно применять в случаях, когда число слагаемых полного полинома меньше 20.

Пусть дана совокупность экспериментальных значений входных переменных:

$$X = (X_1; X_2; \dots X_m)$$

и выходной величины  $Y$ , где  $X_i$  и  $Y$  –  $n$ -мерные векторы;  $n$  – число точек массива исходных данных;  $m$  – число переменных.

Математические модели объектов, описывающие статические режимы их функционирования, ищутся чаще всего в виде полиномов:

$$Y = f(X) = A_0 + \sum_{i=1}^m A_i X_i + \sum_{i=1}^m A_{ii} X_i^2 + \sum_{i,j=1}^l A_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^m A_{iii} X_i^3 + \dots, \quad (1)$$

где  $l = C_m^2, i \neq j$ ,  $A$  – вектор неизвестных коэффициентов размерности  $k$ :

$$A = \{A_0, A_1, \dots, A_m, \dots\} \in E^k.$$

Если порядок  $h$ -полинома по всем переменным  $X_i$  равен числу  $m$  входных координат, то выражение (1) является полным полиномом Колмогорова-Габбора [3]. Для определения вектора  $A \in E^k$  применяют, как правило, метод наименьших квадратов, при этом сталкиваются с двумя следующими затруднениями:

– вследствие отсутствия априорной информации о моделируемых объектах, выходные переменные математической модели могут быть коррелированными, что приводит к плохой обусловленности системы нормальных уравнений, определяющих параметры  $A$ . Высокая

размерность вектора  $A$  делает невозможным предварительный анализ степени обусловленности матрицы системы уравнений, поэтому исследователь вынужден убеждаться в неустойчивости решения задачи определения  $A$  лишь в результате многократных вычислений на ЭВМ;

– задача определения вектора  $A$  заранее не заданной размерности  $k$  полинома (1) является неустойчивой в евклидовой метрике. Обоснованный выбор размерности  $k$  и структуры полинома (1) предполагает наличие априорной достоверной информации о моделируемом объекте, которая часто на практике отсутствует. Кроме того, задание структуры полинома (1) является субъективным фактором, что является потенциальным источником ошибочных решений.

Перечисленные трудности можно устранить, если для построения математической модели использовать МГУА. Согласно МГУА решение задачи моделирования большой размерности заменяется многостадийным процессом решения большого числа простых задач аппроксимации данных функциями-полиномами заданной структуры с невысокой размерностью вектора  $A$ . Тогда полином типа (1) примет вид:

$$Y_{ij} = A_{0ij} + A_{1i}X_i + A_{1j}X_j + A_{ij}X_iX_j + A_{ii}X_i^2 + A_{jj}X_j^2. \quad (2)$$

Возможны и другие структуры, например, при коэффициентах  $A_{ij} = 0$  или  $A_{jj} = A_{ii} = 0$  и т.д. Такие полиномы называются частными описаниями. Массив экспериментальных точек разбивается, по крайней мере, на два подмножества: обучающее  $N_a$  и проверочное  $N_b$ . На множестве  $N_a$  методом наименьших квадратов определяются векторы коэффициентов:

$$A_{ij} = \{A_{0ij}, A_{1i}, A_{1j}, \dots, A_{ij}\} \in E^k$$

каждого частного описания. На множестве  $N_b$  вычисляется значение критерия селекции  $CR$  для всех частных описаний данного  $r$  ряда селекции. На следующий  $r + 1$  ряд селекции пропускается  $F$  частных описаний с наименьшими значениями критерия селекции, где  $F$  – свобода выбора.

На  $r + 1$  ряду селекции процесс повторяется, причем аргументами в частном описании (2) принимаются ординаты, полученные на предыдущем  $r$  ряду селекции, то есть частные описания примут вид:

$$Z_{ij} = A_{0ij} + A_{1i}Y_i + A_{1j}Y_j + A_{ij}Y_iY_j + A_{ii}Y_i^2 + A_{jj}Y_j^2.$$

Процесс селекции продолжается до тех пор, пока значение критерия селекции на некотором  $r^* + 1$  ряду не будет удовлетворять условию:

$$\min_k CR_k^{r^*+1} \geq \min_k CR_k^{r^*},$$

где  $k = 1, 2, \dots, F$ .

Для оценки возможности метода МГУА в задачах прогнозирования безопасности химических производств исследуем математические модели трех последовательных стадий производства фенола [2, 4].

При построении моделей в качестве аппроксимирующего полинома вида (2) был выбран полином второй степени Колмогорова-Габора от переменных  $\bar{X}$  и  $\bar{U}$ :

$$\bar{Y} = P^2(\bar{X}, \bar{U}),$$

где  $\bar{Y}$  – выходная величина.

Для исследования влияния нестационарности химических производств на корректность математических моделей, полученных МГУА, определим интервал стационарности  $T_c$ , соответствующий времени, по истечении которого погрешность расчета значений выходной величины достигнет и превысит заданную величину  $\delta$ .

Учитывая, что метод группового учета аргументов может применяться в ситуациях, когда выборка содержит небольшое количество элементов, при котором использование статистических гипотез о плотности распределения невозможно [5], определим оптимальный объем  $N_{\text{опт}}$  выборки экспериментальных значений, взятых из имеющейся последовательности данных. На выборках 5, 7, 9 и 11 точек последовательно осуществлялся синтез модели МГУА соответствующего технологического процесса по одному из каналов [4]. Для полученных моделей рассчитаем оценку точности – среднюю относительную погрешность  $\delta$  по формуле:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^N |Y_{ip} - Y_{cp}|}{N \cdot Y_{cp}} \cdot 100\%,$$

где  $Y_{ip}$ ,  $Y_{cp}$  – расчетное по модели и экспериментальное значение выходной величины.

Минимум относительной погрешности  $\delta$  будет соответствовать оптимальному объему выборки экспериментальных данных  $N_{\text{опт}}$ , и, следовательно, интервалу стационарности  $T_c$ .

Результаты эксперимента представлены в табл. 1. Оптимальный объем выборки составляет:

- для первой стадии производства  $N_{\text{спт}} = 5$  ( $T_c = 40$  ч);
- для второй стадии производства  $N_{\text{опт}} = 7$  ( $T_c = 48$  ч);
- для третьей стадии производства  $N_{\text{опт}} = 5$  ( $T_c = 40$  ч).

Таблица 1. Зависимость средней относительной погрешности математических моделей различных стадий химического производства фенола от объема выборки экспериментальных данных

Объем выборки, $N$	Стадии производства		
	первая	вторая	третья
	$\delta$ , %	$\delta$ , %	$\delta$ , %
5	0,9	1,35	5,9
7	1,7	1,135	7,3
9	1,7	2,13	17,5
11	1,9	1,876	–

Экспериментальные зависимости для различных стадий производства были получены в виде возрастающих функций  $\delta = f(N)$ , что можно объяснить нестационарностью

условий работы. Условия функционирования исследованных стадий производства были обычные – специальных мероприятий по стабилизации режимов не проводилось.

Количественные результаты экспериментов позволяют утверждать, что на интервалах времени вне  $T_c$  величина ошибки  $\delta$  для первой и третьей стадий производства не превышает 2,4 %. Для второй стадии погрешность модели значительно выше.

Для оценки прогнозирующих характеристик моделей химических производств определим интервал времени  $T_{\Pi}$ , на котором величина дисперсии  $\sigma^2$  не станет больше значения  $\sigma_c^2$ , полученного на выборке, соответствующей интервалу стационарности. Дисперсию рассчитаем по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (Y_{\varepsilon j} - Y_{pj})^2}{N},$$

где  $Y_{\varepsilon j}$ ,  $Y_{pj}$  – экспериментальное и расчетное значения выходной величины.

Математические модели синтезировались на выборках  $N_c$ , соответствующих интервалу  $T_c$ . Затем на новых выборках, хронологически последующих за  $T_c$ , рассчитывались оценки дисперсий  $\sigma^2$  при увеличении объема выборки [2, 4]. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Величина интервала  $T_{\Pi}$ , определяющего прогнозирующие способности, составляет: для первой стадии производства – 32 ч, для второй стадии – 64 ч, для третьей стадии – 56 ч, что свидетельствует о высоких прогнозирующих возможностях математических моделей, полученных МГУА.

Таблица 2. Прогнозирующие характеристики математических моделей различных стадий химического производства фенола

Стадии производства	Объем выборки, $N$	Оценка дисперсии, $\sigma^2$	Интервал $T_{\Pi}$ прогноза, ч
Первая	5	3,88	32
	7	3,69	
	9	4,11	
	11	4,13	
Вторая	7	0,613	64
	9	0,637	
	11	0,525	
	13	0,502	
Третья	7	0,0085	56
	9	0,027	
	11	0,065	
	13	0,104	

Таким образом, анализ МГУА показывает, что по сравнению со статистическими методами прогнозирования МГУА обладает определенным разнообразием возможностей на всех этапах процесса моделирования и следующими преимуществами, позволяющими улучшить прогнозирование моделей сложных объектов:

– в методе МГУА не требуется предварительно задавать структуру модели  $f(X, A)$ . Она формируется в процессе многостадийного отбора «наилучших» частных описаний;

– находится оптимальная сложность структуры модели, адекватная уровню помех в выборке данных (для решения реальных проблем с зашумленными или короткими данными, упрощенные прогнозирующие модели оказываются более точными);

– гарантируется нахождение наиболее точной или несмещенной модели – метод не пропускает наилучшего решения во время перебора всех вариантов (в заданном классе функций);

– главным достоинством алгоритмов МГУА, отличающим их от других методов, является разделение имеющихся наблюдений на две выборки: обучающую, по которой производится идентификация моделей заданного класса структур, и проверочную, обеспечивающую селекцию моделей оптимальной сложности с точки зрения некоторого внешнего критерия;

– любые нелинейные функции или воздействия, которые могут иметь влияние на выходную переменную, используются как входные параметры;

– МГУА дает возможность корректировки прогноза при получении новых факторов;

– автоматически находит интерпретируемые взаимосвязи в данных и выбирает эффективные входные переменные;

– метод использует информацию непосредственно из выборки данных и сводит к минимуму влияние субъективных факторов при построении модели.

Применение МГУА может оказать значительную помощь в решении задач стабилизации статических режимов химических процессов при синтезе безопасных технологических систем, инвариантных к внешним возмущениям.

Математические модели, построенные на основе МГУА, могут эффективно применяться при оптимизации действующих химико-технологических процессов с целью повышения их надежности и безопасности, а также для поиска оптимальных решений при разработке новых высоконадежных химико-технологических систем.

Метод группового учета аргументов обладает высокими прогнозирующими характеристиками и может быть использован в комплексном решении задач оценки риска и прогнозирования безопасности современных химических производств.

### **Литература**

1. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова думка, 1982.

2. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. М.: Радио и связь, 1987.

3. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. Киев: Наукова думка, 1985.

4. Калинина Е.С., Сметанин Ю.В. Метод группового учета аргументов в задачах прогнозирования пожароопасности // Проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях: Материалы междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ин-т ГПС МЧС России, 2003.

5. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: учеб. пособие. М.: Изд-во «Химия», 2003.

6. Сметанин Ю.В. Математическое моделирование и оперативная оптимизация химико-технологических процессов и систем. Л.: ЛТИ.-Л., 1988. 158 с.

7. Официальный сайт метода МГУА. URL: <http://www.gmdh.net> (дата обращения: 14.09.2016).

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ

**В.А. Кораблев, кандидат технических наук, старший научный сотрудник.  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики.**

**Д.А. Минкин, кандидат технических наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.С. Амангелди;**

**К.Е. Алматыв.**

**Казахский национальный университет им. аль-Фараби**

Приведена методика выбора элементов системы термостабилизации электронных устройств, основанной на термоэлектрических микроохладителях (элементах Пельтье).

*Ключевые слова:* элемент Пельтье, тепловой режим, система охлаждения, тепловое сопротивление

## PROVIDING OF NORMAL THERMAL REGIME OF ELECTRONIC DEVICE IN HIGH AMBIENT TEMPERETURE CONDITIONS

V.A. Korablev.

Saint-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics.

D.A. Minkin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.S. Amangeldi; K.E. Almatov. Al-Farabi Kazakh national university

Methods for choosing of elements for thermo stabilization system of electronics devices, based on thermoelectric elements (Peltier elements).

*Keywords:* Peltier element, thermal regime, cooling system, thermal resistance

При проведении поисково-спасательных работ в среде с повышенной температурой используется электронная аппаратура, обеспечивающая связь, измерения различных параметров среды, поиск объектов, освещение и решающая другие задачи. Качество работы этой аппаратуры существенно зависит от температур полупроводниковых приборов, входящих в ее состав. Задача осложняется тем, что температура среды, в которой она используется, существенно превышает допустимую температуру для полупроводниковых структур. Особенностью электронной аппаратуры является также высокая плотность внутренних тепловыделений. Для нормального функционирования аппаратуры необходимо обеспечение ее теплового режима в условиях интенсивных внутренних тепловыделений и повышенной температуре среды.

Эту проблему невозможно решить с помощью термостойкой теплоизоляции, так как возникает существенный перегрев элементов относительно среды.

Для поддержания требуемого теплового режима этих устройств в широком диапазоне температур окружающей среды применяются термоэлектрические системы термостатирования, состоящие из термоэлектрических микроохладителей, называемых также элементами Пельтье, на холодных поверхностях которых установлены полупроводниковые элементы, а на горячих поверхностях радиаторы воздушного охлаждения. Целью данного исследования является разработка методики выбора параметров микроохладителей, обеспечивающих требуемый тепловой режим полупроводниковых приборов, потребляя при этом минимум электроэнергии.

Обычно элементы Пельтье используются для получения низких температур относительно нормальных условий среды [1, 2], однако в данном случае с помощью этих устройств можно обеспечить допустимую рабочую температуру полупроводниковых приборов при экстремальных условиях среды. При этом средняя рабочая температура элемента Пельтье существенно выше, и, как указано в каталогах, холодопроизводительность существенно возрастает.

Один из вариантов технической реализации такого устройства представлен на рис. 1. Полупроводниковые приборы установлены на пластине из алюминиевого сплава, с обратной стороны которой установлено несколько элементов Пельтье. На другой стороне этих элементов установлен радиатор воздушного охлаждения. Теплота, выделившаяся в полупроводниковых приборах, передается через пластину холодным сторонам элементов Пельтье.

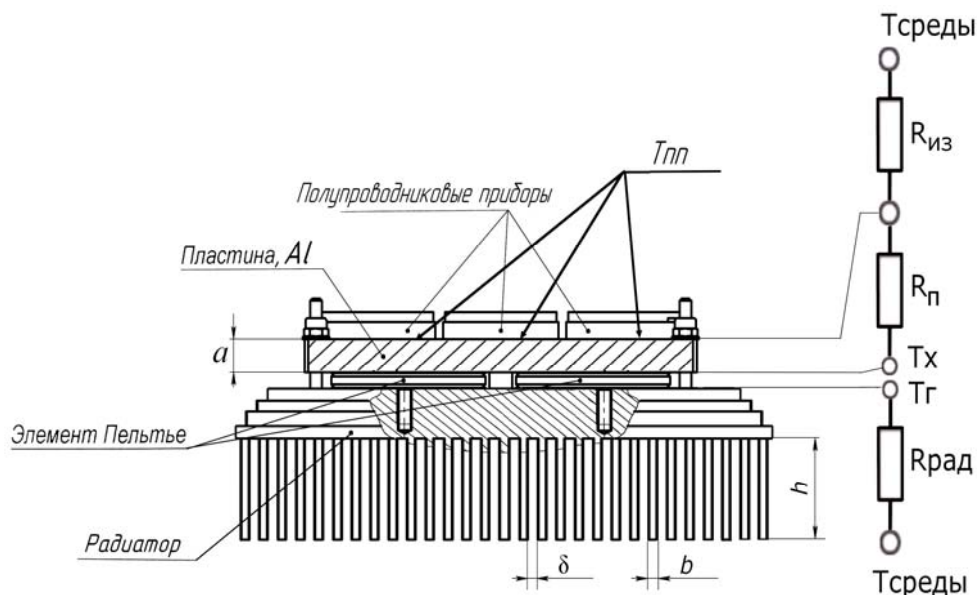


Рис. 1. Тепловая модель системы обеспечения теплового режима

Горячие стороны этих элементов охлаждаются при помощи радиатора воздушного охлаждения. Охлаждаемые полупроводниковые приборы защищены с наружной стороны тепловой изоляцией, которая на рис. 1 не показана. Радиатор может охлаждаться потоком воздуха, создаваемого вентилятором. С целью экономии электроэнергии работой элементов Пельтье управляет регулятор температуры, датчик которой установлен на пластине с полупроводниковыми приборами. Регулятор включает питание элементов Пельтье только при достижении предельно допустимых температур.

В условиях стационарного теплового режима уравнение теплового баланса для охлаждаемых полупроводниковых приборов имеет вид:

$$P_{пп} R_{п} = T_{пп} - T_{х}, \quad (1)$$

где  $T_{пп}$  и  $T_{х}$  — температуры полупроводниковых приборов и холодных сторон термобатарей;  $P_{пп}$  — мощность тепловыделений в полупроводниковых приборах;  $R_{п}$  — тепловое сопротивление алюминиевой пластины.

Зависимость между отводимой элементом Пельтье мощностью и температурами его горячей и холодной сторон имеет вид:

$$P_{пп} = P_{\max} \left( 1 - \frac{T_{г} - T_{х}}{\Delta T_{\max}} \right), \quad (2)$$



где  $P_{max}$  – максимальная холодопроизводительность;  $\Delta T_{max}$  – максимальный перепад температур элемента Пельтье;  $T_H$  – температура горячей стороны термобатареи.

Тепловой режим основания радиатора можно описать уравнением:

$$P_{III} + P_{эл} = \sigma_{рад} (T_H - T_c), \quad (3)$$

где  $P_{эл}$  – электрическая мощность, потребляемая элементом Пельтье;  $\sigma_{рад}$  – тепловая проводимость радиатора в среду;  $T_c$  – температура окружающей среды.

Современные элементы Пельтье имеют максимальный перепад температур  $\Delta T_{max}$  между холодной и горячей сторонами 70–75 К. Обзор каталогов производителей элементов Пельтье показал, что  $P_{эл}$  у большинства элементов не превышает  $P_{max}$  в  $k=1,2$  раз.

Подставив эти значения в уравнения (1–3), можно решить их относительно величины  $T_c$ :

$$T_{III} = T_c - \Delta T_{max} + \frac{kP_{max}}{\sigma_{рад}} + P_{III} \left( \frac{1}{\sigma_{рад}} - \frac{\Delta T_{max}}{P_{max}} + R_{II} \right).$$

Полученное решение позволяет подобрать оптимальные параметры радиатора и элемента Пельтье, необходимые для обеспечения нормального теплового режима электронных приборов в условиях повышенной температуры среды.

В настоящее время существуют системы, позволяющие автоматизировать подбор элементов Пельтье. В частности, программа Kryotherm [2] позволяет подобрать из каталога термоэлектрических модулей ООО «Криотерм» модели, обладающие наибольшей эффективностью в заданных условиях. Эффективность оценивается с точки зрения отношения холодильной мощности элемента к потребляемой им электрической мощности – коэффициент  $COP$ .

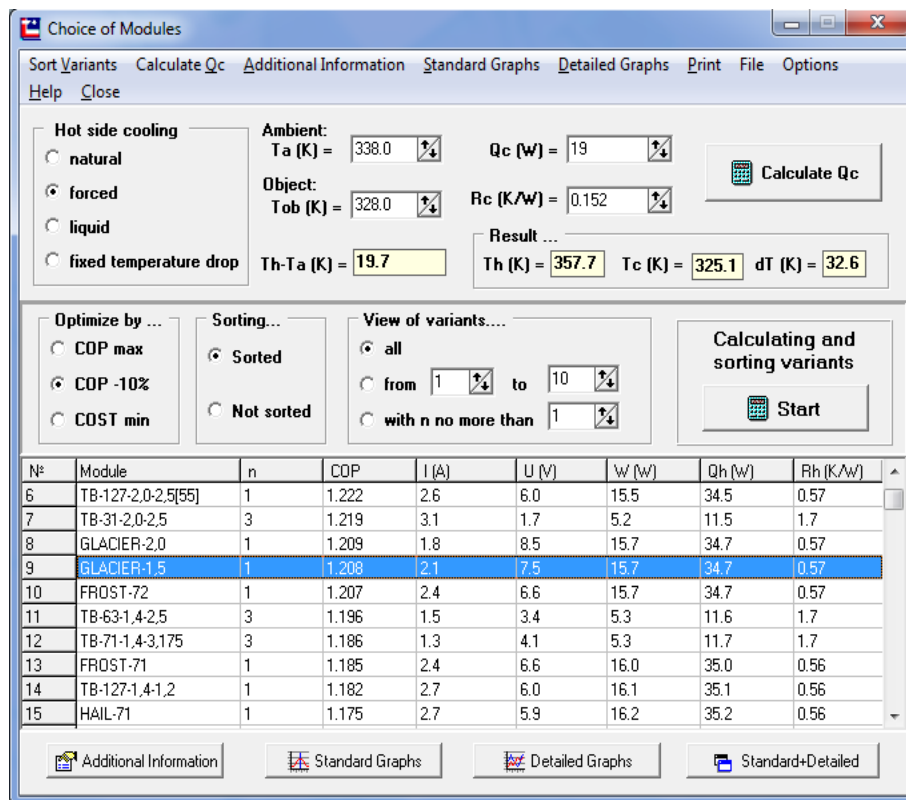


Рис. 2. Рабочее окно программы для выбора элементов Пельтье

В качестве исходных данных в рабочем окне программы (рис. 2) задаются температура окружающей среды  $T_a$ , требуемая температура охлаждаемого объекта  $T_{ob}$ , требуемая холодопроизводительность  $Q_c$ , а также условия теплообмена на горячей стороне элементов Пельтье (воздушное свободно-конвективное охлаждение, воздушное охлаждение с принудительным прокачиванием воздуха, жидкостная система охлаждения).

В результате работы программы выдается список моделей элементов Пельтье, отсортированных по величине COP, с соответствующими требованиями к тепловому сопротивлению системы охлаждения и параметрам электропитания [3].

Тепловое сопротивление в общем случае можно рассчитать по следующей формуле:

$$R_i = \frac{\Delta t_i}{P_i},$$

где  $P_i$  – мощность тепловыделений в элементе, Вт;  $\Delta t_i$  – разность температур, К.

При расчете теплового сопротивления системы охлаждения требуются следующие исходные данные:

- температура окружающей среды  $T_c=55^\circ\text{C}$ ;
- мощность тепловыделений на элементах полупроводникового прибора составляет  $P_{\text{пп}}=76$  Вт.

- максимально допустимая температура полупроводникового прибора  $T_{\text{пп}}=55^\circ\text{C}$ .

Принимаются следующие ограничения и допущения:

- расчет проводится для стационарного режима;
- весь тепловой поток с горячей стороны элементов Пельтье передается через радиатор прокачиваемому воздуху и далее рассеивается в окружающую среду;
- температурное поле основания радиатора считается равномерным;
- не учитываются контактные термические сопротивления между элементами системы охлаждения.

Расчет значений тепловых сопротивлений:

$$R_x = R_{Al} = \frac{\delta_{Al}}{\lambda_{Al} S_{Al}} = 0,017 \frac{\text{K}}{\text{Вт}},$$

где  $\delta_{Al}$  – толщина пластины из алюминиевого сплава;  $\lambda_{Al}=120$  Вт/мК – теплопроводность сплава;  $S_{Al}$  – площадь пластины,  $\text{м}^2$ .

Зная мощность тепловыделений на полупроводниковом приборе  $P_{\text{пп}}$  и сопротивление  $R_x$ , можно найти разность температур между холодной стороной термоэлектрического модуля и полупроводниковым прибором:

$$\Delta t_{\text{хол}} = P \cdot R_{\text{хол}}$$

Для рассматриваемого режима работы  $\Delta t_{\text{хол}} \approx 4$  К.

Сопротивление кожуха учитывать не будем, так как температура на полупроводниковом приборе равна температуре окружающей среды и теплообменом через кожух можно пренебречь.

Выбор модели элемента Пельтье, расчет значений температур на холодной и горячей стороне модулей, а так же определение требуемой проводимости радиатора будем проводить с помощью программы Kryotherm.

Задаем температуру воздуха, требуемую холодопроизводительность, равную  $P_{пп}$ ; тепловое сопротивление  $R_x$ , воздушное охлаждение с принудительным прокачиванием воздуха.

В таких условиях для обеспечения уровня температуры на матрицах не выше  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  возможны следующие варианты:

1. Четыре модуля GLACIER-2.0, работающих параллельно, требуемое сопротивление радиатора не более  $R_{рад}=0,13\text{ K/Вт}$ , параметры электропитания на каждый из четырех модулей: ток  $2,4\text{ A}$ ; напряжение  $11,4\text{ В}$ . При таких условиях мощность тепловыделений с горячей стороны модулей  $P_{пп}+P_{эл}=184\text{ Вт}$ , температура горячей стороны составит  $T_r=94\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. Четыре модуля DRIFT-08[55], работающих параллельно, требуемое сопротивление радиатора не более  $R_{рад}=0,13\text{ K/Вт}$ , параметры электропитания на каждый из четырех модулей: ток  $4\text{ A}$ ; напряжение  $11\text{ В}$ . При таких условиях мощность тепловыделений с горячей стороны модулей  $P_{пп}+P_{эл}=250\text{ Вт}$ , температура горячей стороны составит  $T_r=97\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Необходимо рассчитать параметры радиатора и скорость движения воздуха в каналах между ребрами, которые бы позволили иметь тепловое сопротивление не более  $R_{рад}=0,13\text{ K/Вт}$ .

Сопротивление радиатора складывается из сопротивления основания радиатора и оребрения:

$$R_{рад} = R_{осн} + R_{оребр} ;$$

$$R_{осн} = \frac{\delta}{\lambda_{рад} S} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 102 \cdot 10^{-3}} = 0,025 \frac{K}{Bm},$$

тогда требуемое сопротивление оребрения будет равно:

$$R_{оребр} = 0,1 \frac{K}{Bm},$$

что соответствует проводимости  $\sigma = 1/R_{оребр} = 10\text{ Вт/К}$ .

Параметры оребрения можно найти, исходя из выражения для проводимости радиатора [3, 4]:

$$\sigma_{рад} = \sigma_{нр} + N \cdot \lambda_{рад} \cdot f \cdot B \cdot th(B \cdot h),$$

$$B = \sqrt{\frac{\alpha U}{\lambda_{рад} f}},$$

где  $\sigma_{нр} = \alpha \cdot S_{нр}$  – проводимость неоребренной части радиатора, Вт/К;  $N$  – количество ребер;  $\lambda_{рад}$  – теплопроводность материала радиатора, Вт/мК;  $f$  – площадь сечения ребра радиатора,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – высота ребра, м;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи в канале, Вт/м<sup>2</sup>К;  $U$  – периметр сечения ребра, м.

Коэффициент теплоотдачи в канале  $\alpha$  зависит от ряда параметров (в том числе от скорости движения воздуха в канале и определяющего размера  $\delta$ ) и находится из следующих соотношений [5]:

$$Nu = 0.13(Re)^{0.33} Gr^{0.1} \cdot 1.09$$

где  $Re = \frac{v\delta}{\nu}$  – критерий Рейнольдса;  $Gr = \frac{g\beta\delta^3(t_w - t_f)}{\nu^2}$  – критерий Грасгофа;

$Nu_\delta = \frac{\alpha\delta}{\lambda_{возд}}$  – критерий Нуссельта;  $\delta$  – определяющий размер – ширина канала между ребрами радиатора, м;  $\nu$  – кинематическая вязкость воздуха, м<sup>2</sup>/с;  $v$  – скорость воздуха в канале, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\beta = 1/0,5(t_w + t_f)$ , 1/К – коэффициент объемного расширения;  $t_w$  – температура поверхности радиатора, К;  $t_f$  – температура воздуха в канале, К.

Для обеспечения проводимости радиатора  $\sigma_{рад}=10$  Вт/К возможны два варианта системы охлаждения:

1. Радиатор: высота ребер:  $h=45$  мм;

толщина ребра:  $b=1,5$  мм;

ширина канала:  $\delta=1,2$  мм;

количество ребер:  $N=37$ ;

длина канала:  $L=165$  мм;

материал радиатора: дюраль.

Минимально допустимая скорость воздуха в канале: 6 м/с.

2. Радиатор: высота ребер:  $h=45$  мм;

толщина ребра:  $b=1,8$  мм;

ширина канала:  $\delta=1,2$  мм;

количество ребер:  $N=33$ ;

длина канала:  $L=165$  мм;

материал радиатора: дюраль.

Минимально допустимая скорость воздуха в канале: 8 м/с.

В результате проведенной работы была предложена методика расчета и выбора оптимальных параметров радиатора и элементов Пельтье для обеспечения нормального теплового режима электронного прибора. Разработана и изготовлена система термостабилизации оптико-электронного прибора, которая позволяет поддерживать температуру на тепловыделяющих элементах с точностью  $\pm 1$  К в широком диапазоне рабочих температур. Благодаря высокой эффективности и надежности термоэлектрические системы термостабилизации могут быть рекомендованы для обеспечения теплового режима приборов и устройств, работающих в условиях повышенных температур окружающей среды.

### Литература

1. Термоэлектрическое охлаждение / Л.П. Булат [и др.]. СПб.: СПбГУНиПТ, 2002.
2. Шостаковский П. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники // Компоненты и технологии. 2010. № 1.
3. Кудинов А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2012. 374 с.
4. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во МЭИ, 2005.
5. Теплообмен в ядерных энергетических установках: учеб. пособие / Б.С. Петухов [и др.]. 3-е изд., перераб и доп. М.: Изд-во МЭИ, 2003.

---

---

# ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

---

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ТАБЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВО ВНЕАУДИТОРНЫЙ ПЕРИОД

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

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

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Анализируются проблемы использования распространенного приложения MS EXCEL при организации виртуального лабораторного эксперимента в ходе обучения будущих судебных экспертов. Приводится структура интегративно-коммутирующей оболочки, а также программные решения эмуляции процесса генерации параметров физического процесса в ходе виртуального эксперимента.

*Ключевые слова:* виртуальный лабораторный эксперимент, эмуляция физического процесса, генерация параметров, обучение судебных экспертов, электронная таблица

## TABLE PROCESSORS APPLICATION IN THE ORGANIZATION OF THE VIRTUAL LABORATORY EXPERIMENT IN EXTRACURRICULAR TIME

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

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

We analyzed the problem of the widespread MS EXCEL application usage in the organization of a virtual laboratory experiment in future forensic experts training. We present the structure of integrative-commuting shell and software solutions for emulation the physical process parameters generation during the virtual experiment.

*Keywords:* virtual laboratory experiment, physical process emulation, parameters generation, forensic experts training, spreadsheet table

Известный педагог Д.В. Чернилевский писал: «Пора перестать учить человека тому, чему он может научиться сам». Эта мысль актуальна как никогда применительно к проблемам обучения судебных экспертов в инженерно-технических вузах МЧС России, так как одну из основ обучения будущего специалиста по пожарно-технической экспертизе составляет лабораторный эксперимент, при проведении которого ставится задача формированию умений и навыков, связанных с измерением величин технических параметров и обработке результатов этих измерений. В учебном процессе вуза МЧС России лабораторный практикум должен выполнять следующие основные функции:

- являться источником новых знаний о физических явлениях, принципах работы приборов, используемых при проведении пожарно-технической экспертизы;
- обеспечивать фундаментальное основание уже известных по ранее изученному материалу теорий;
- служить иллюстрацией изучаемых явлений, живым созерцанием, средством раскрытия их практических применений.

Необходимо учитывать, что использование исключительно натуральных лабораторных экспериментов при изучении дисциплины «Термодинамика и теплопередача» ограничено в продолжительности – расписанием дня, в количестве проводимых экспериментов – возможностью учебного плана, в тематике – требованиями к технике безопасности, которая исключает оборот в учебной лаборатории токсичных, радиоактивных и других опасных веществ. Возможно использование технологии виртуального лабораторного эксперимента, который бы позволил его интегрировать в процесс самостоятельного изучения материала в течение всего учебного времени. Однако существует проблема авторских прав при использовании приобретаемого программного продукта вне учебной лаборатории обучающимися, а существующее содержание учебного плана специальности «Судебная экспертиза» не предполагает серьезной математической подготовки, которая бы позволила обучающимся самостоятельно использовать языки высокого уровня при моделировании теплофизических процессов и обработке результатов этого моделирования.

Одним из вариантов решения проблемы организации виртуального лабораторного практикума во внеаудиторный период является использование достаточно распространенного табличного процессора (например, MS EXCEL) в качестве основного инструмента эмулирования хода физического процесса на основе его дополнения соответствующими макросами, выполненными на языке высокого уровня, совместимым с основной оболочкой. В случае применения MS EXCEL таким языком может быть Visual Basic.

В работе [1] показано, что использование MS EXCEL в качестве перспективного инструментария внеаудиторной самостоятельной работы актуально при обучении будущих судебных экспертов.

При этом необходимо сформировать структуру и определить связи управляющей оболочки виртуального лабораторного практикума, которые бы предусматривали:

- открытую архитектуру программного комплекса для обеспечения расширения тематики качественных, имитационных и количественных экспериментов;
- возможность системного квантования и нелинейность в подаче нового материала в зависимости от подготовки обучающихся;
- когнитивную визуализацию интерфейса управляющей оболочки на основе блочно-модульного построения программного комплекса;
- наличие реперных точек для самостоятельного определения границы применимости полученных результатов обучающимися во внеаудиторный период;
- поддержку процедур самоконтроля, столь необходимых в случае внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся.

Подобная оболочка строится на апробированных подходах создания пополнения библиотеки макросов, программная реализация которых замыкается как на поисковые системы общего характера, так и на специально подобранную и жестко сфокусированную базу знаний по тематике виртуального эксперимента. По мере накопления библиотеки макросов происходит поэтапный перенос учебных материалов в новую среду или полная переработка идеологии виртуального эксперимента с использованием новой технологии. Структура интегративно-коммутирующей оболочки поддержки виртуального лабораторного эксперимента представлена на рис. 1.

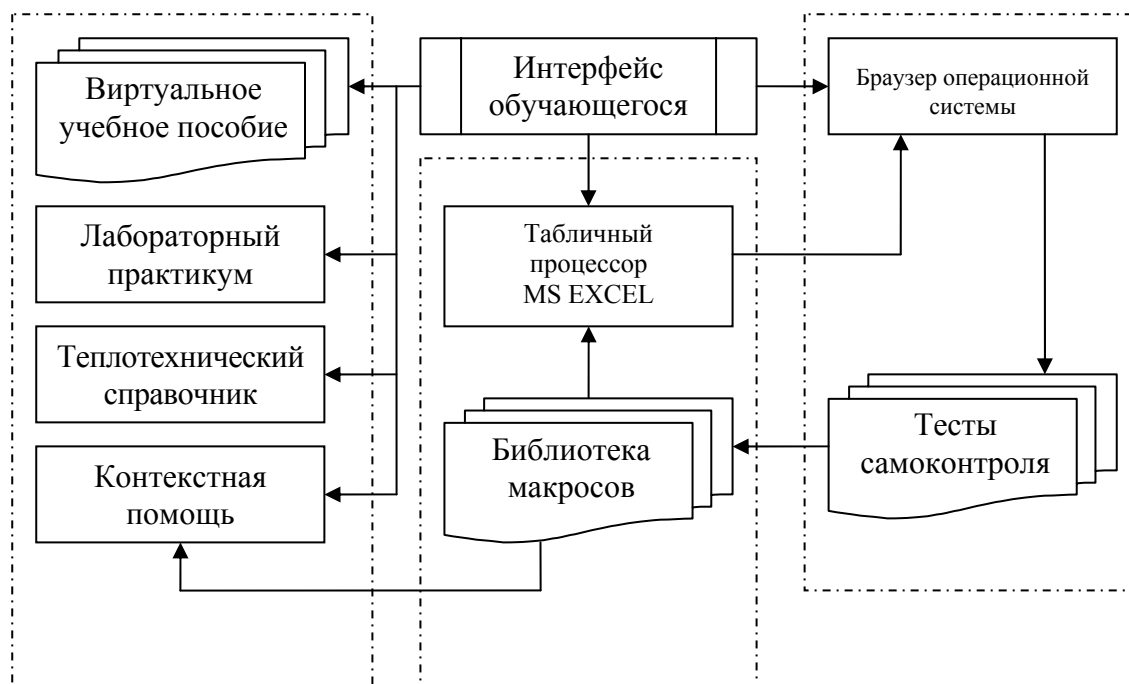


Рис. 1. Структура интегративно-коммутирующей оболочки поддержки виртуального лабораторного эксперимента

В качестве «полигона» внедрения новой педагогической технологии в процесс обучения будущих учебных экспертов была выбрана тема 5 «Реальные газы и пары. Фазовые переходы» дисциплины «Термодинамика и теплопередача», которая предусматривает выполнение лабораторного эксперимента по исследованию термодинамических параметров при фазовых переходах на линии насыщения «жидкость-пар», в ходе которого ставится цель экспериментальное и теоретическое изучение зависимости температуры насыщенного пара от давления на линии фазового перехода и определении удельной теплоты парообразования.

Фотография натурной лабораторной установки и ее схематическое отображение представляется обучающемуся (рис. 2), что способствует его мотивации к самостоятельному проведению виртуального эксперимента.

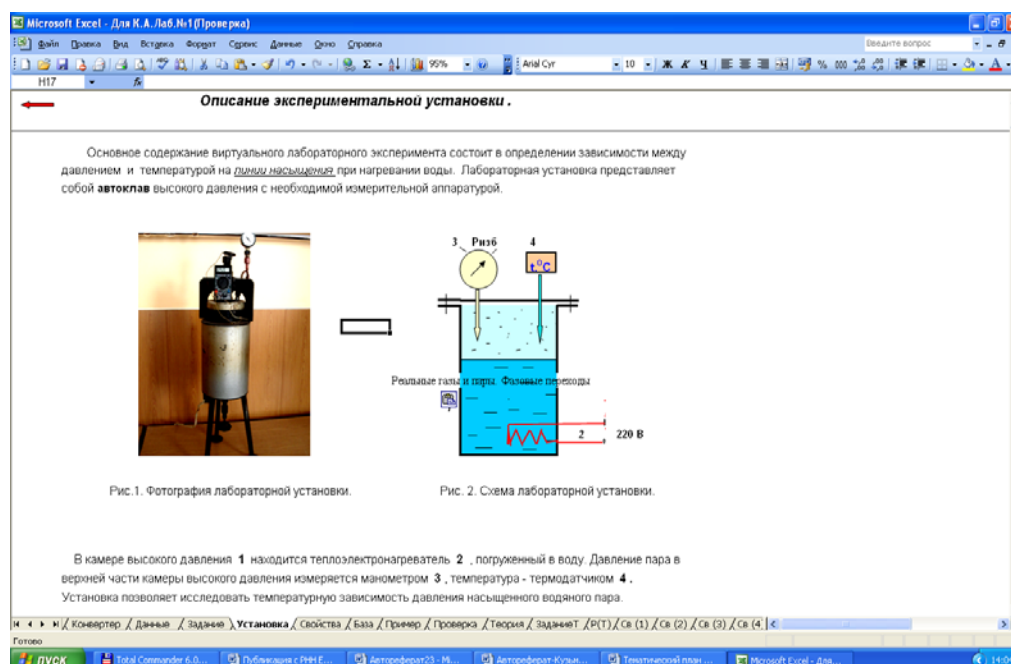


Рис. 2. Описание виртуальной лабораторной установки

Как показано в работе [2], необходимым условием эффективной организации самостоятельной работы обучающихся является индивидуализация содержания задания на лабораторный эксперимент, что предусматривается предлагаемой структурой интегративно-коммутирующей оболочки поддержки виртуального лабораторного эксперимента. На рис. 3. представлен интерфейс интегративно-коммутирующей оболочки, который предлагает обучающемуся значения давлений, которые являются исходными в проведении виртуального эксперимента.

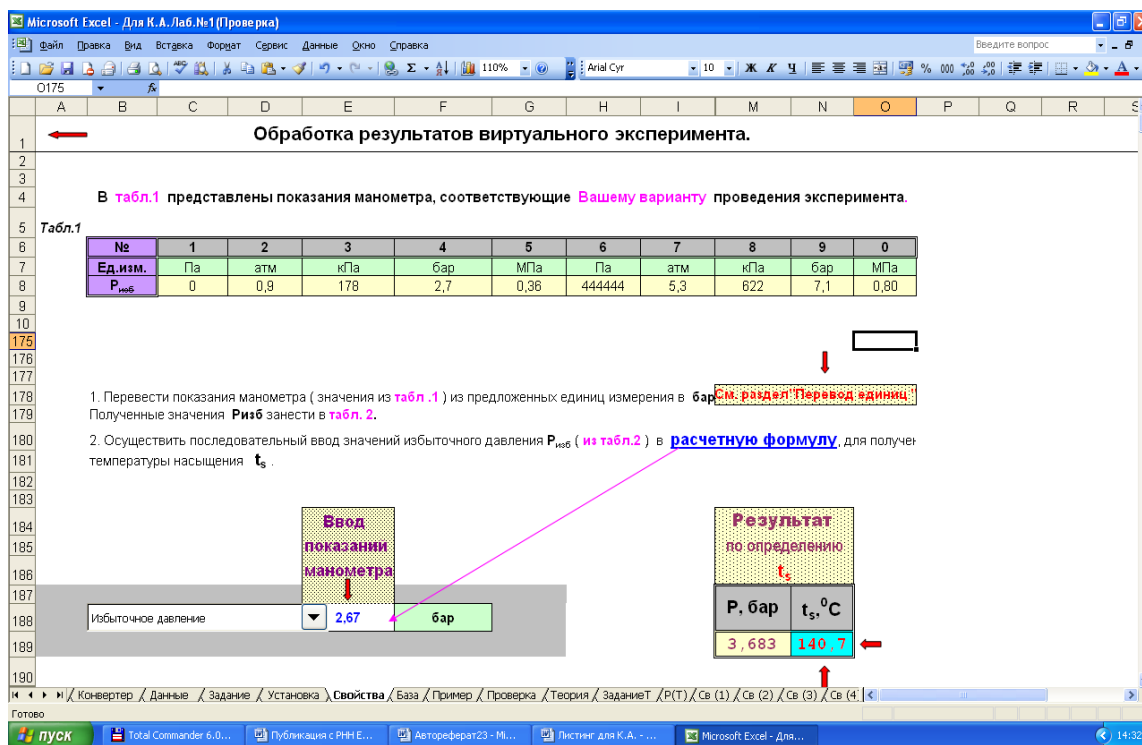


Рис. 3. Интерфейс интегративно-коммутирующей оболочки в процессе ввода начальных параметров виртуального эксперимента

Ниже представлен макрос, выполненный на языке Visual Basic, который позволяет моделировать зависимость температуры насыщенного пара от давления на линии фазового перехода.

```

Sub ТепЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ(a,b,h,F,H,dtau)
ChDir "D:\Ввод "
Workbooks.Open Filename:="D:\Ввод\20.xlsx", UpdateLinks:=0
Dim Q,Qk,Qп,Qпг,Qл,Alf,dT,F,Fп,sig,Tr,tn
Dim V,G,П,k,a,b,h
ChDir "D:\Расчет"
V=a*b*h; П=F/Fп; G=P*F/1380; Tmax=940*exp[0,0047*(Gp-30)];
taum=32-8,1*G**3.2*exp(-0,92*G); tt=0;
DO I=1 to 10
Tt=tt+dtau; Tau=13.8*1000000*G/358/F/h**0.5;
ActiveSheet.Unprotect
Rows("8:1450").Select
Selection.ClearContents
ActiveWindow.ScrollRow=445
Qл=sig*Tmax**4; Qk=Alf*F*dT; Qп=Fп*(Tr-T); Q=Qk+Qл+Q;
Windows("20.xlsx").Activate
Rows("8:450").Select

```



```

Selection.Copy
Windows("A.xlsx").Activate
Rows("8:8").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=True, Contents:=True, Scenarios:=True
ActiveWorkbook.Save
ActiveWindow.Close
Windows("20.xlsx").Activate
ActiveWorkbook.Save
ActiveWindow.Close
Sheets("н20").Select
ActiveSheet.Unprotect
ActiveSheet.Range("$B$7:$B$1403").AutoFilter Field:=1
Rows("8:1450").Select
Selection.ClearContents
Sheets("Общая").Select
ActiveSheet.Unprotect
Rows("8:1450").Select
Selection.ClearContents
ActiveWindow.ScrollRow = 1448
Sheets("0").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 1438
Rows("8:1450").Select
Selection.Copy
Sheets("Общая").Select
Rows("8:8").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

```

Обработка результатов лабораторного эксперимента предполагает как табличную, так и графическую форму вывода информации, которая представлена на рис. 4.

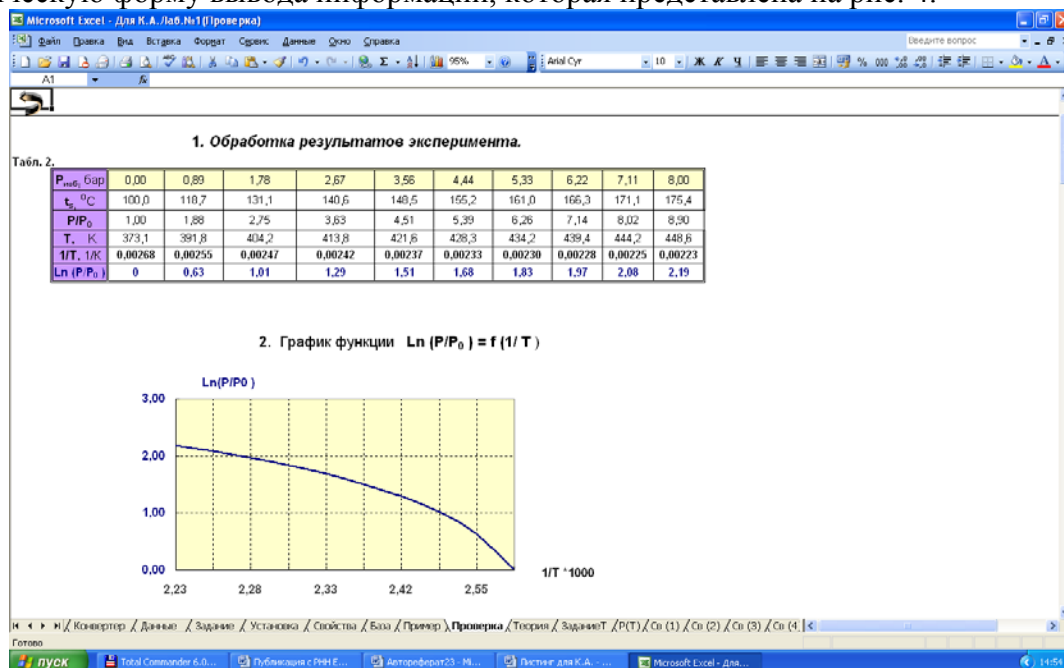


Рис. 4. Интерфейс интегративно-коммутирующей оболочки  
в процессе вывода результатов

В эксперименте по внедрению педагогической технологии организации виртуального лабораторного практикума во внеаудиторный период участвовали 27 студентов специальности «Судебная экспертиза» наборов 2012 и 2013 гг. Для обеспечения статистической значимости результатов эксперимента была применена последовательная схема.

Результаты измерения эффективности использования предлагаемого программного продукта в организации самостоятельной работы представлены в таблице.

Таблица. Результаты педагогического эксперимента

№	Контрольные точки	Группа	Успеваемость (баллы)				$X_m$	$\sigma$	$\Delta X_m$	$\theta$	t-St
			5	4	3	2					
1	Предлабораторный коллоквиум	Э	3	8	2	2	3,8	0,941	0,347	0,096	2,06
		К	2	7	2	1	3,88	0,835			
2	Защита отчета по виртуальному эксперименту	Э	4	7	4	0	4,0	0,756	0,261	1,094	2,032
		К	1	6	3	2	3,714	0,784			

Принятые обозначения: Э – экспериментальная группа; К – контрольная группа;  $X_m$  – среднее значение;  $\theta$  – коэффициент достоверности;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;  $\Delta X_m$  – средняя ошибка среднеарифметических; t-St – t-критерий Стьюдента для  $P \leq 0,05$

Значения коэффициента достоверности на этапе предлабораторного коллоквиума позволяет сделать вывод об аутентичности экспериментальной и контрольной групп, а значения коэффициента достоверности на этапе защиты отчетов позволяют сделать вывод о эффективности применения продукта как симбиоза интегративно-коммутирующей оболочки и программных решений в эмулировании процесса генерации параметров физического процесса.

### Литература

1. Кузьмина Т.А. Информационно-технологическое обеспечение непрерывного дополнительного образования специалистов судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2015.
2. Белявцев А.И., Кузьмин А.А. Структура моделирующего комплекса виртуальной теплофизической лаборатории // Современный физический практикум: материалы конф. стран СНГ. Самара: СГУ, 2000. С. 123–124.

## ОСОБЕННОСТИ ЭТАПА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТБОРА КАНДИДАТОВ НА ДОЛЖНОСТИ МЛАДШЕГО КОМАНДНОГО СОСТАВА В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;  
А.С. Евдокимов;  
А.С. Константинова.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрен вопрос эффективного отбора среди курсантов МЧС России первого года обучения лиц, способных выполнять обязанности младших командиров учебных групп. Предложен алгоритм отбора, базирующийся на балльной оценке физических и психологических

качеств каждого курсанта, а также имеющегося у него опыта в сфере руководящей и организационной деятельности.

*Ключевые слова:* младший командный состав, сержанты, профотбор, вузы МЧС России

## FEATURES OF THE STAGE OF PRELIMINARY SELECTION OF CANDIDATES FOR POSITIONS OF SERGEANTS IN UNIVERSITY OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

L.V. Medvedeva; A.S. Evdokimov; A.S. Konstantinova.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article examines the question of effective selection among cadets of EMERCOM of Russia of the first year of training of the persons capable to carry out obligations of commanders of educational groups. The selection algorithm which is based on mark assessment of physical and psychological qualities of each cadet, and also the experience in the sphere of the leading and organizational activities which is available for it is offered.

*Keywords:* younger command structure, sergeants, professional selection, higher education institutions of EMERCOM of Russia

Структура управления в военных и военизированных вузах существенно отличается от структуры в вузах гражданских. В частности, особенностью военных и военизированных вузов, к которым относятся, в том числе, вузы МЧС России, является наличие такой социальной группы, как младший командный состав – сержанты учебных подразделений. Деятельность командира группы или отделения имеет ряд особенностей, которые выдвигают определенные требования к физическим, психологическим и личностным качествам курсантов, стоящих на этих должностях. С одной стороны, младший командный состав назначается непосредственно из числа вновь поступивших. Таким образом, на людей, не имеющих специального педагогического образования, ложится обязанность быть для своих сверстников руководителями, наставниками и воспитателями одновременно. Кроме того, работа командира становится для сержанта образом жизни, поскольку он постоянно, круглосуточно находится на виду у подчиненных, живя вместе с ними в условиях казармы. С другой стороны, деятельность сержантского состава оказывает значительное влияние на эффективность образовательной, служебной, общественной и других видов деятельности вуза в целом в силу выполнения сержантским составом ряда функций, как-то: организация деятельности учебных групп, осуществление связующей функции между офицерским составом и рядовыми курсантами, мотивация саморазвития подчиненного личного состава личным примером и др. С учетом вышеизложенного очевидно, что отбору лиц на должности младших командиров необходимо уделять особое внимание. Таким образом, существует проблема эффективного отбора из числа курсантов первого курса лиц, наиболее подходящих по своим личным качествам для исполнения обязанностей командиров учебных групп [1].

С целью выявления таких курсантов на этапе абитуриентских сборов проводятся мероприятия профессионального психологического отбора (ППО) [2–4], а также личные беседы офицерского состава с абитуриентами. Результаты ППО носят рекомендательный характер и используются офицерским составом факультета в качестве справочной информации при принятии решения о выдвижении на должность того или иного кандидата. Таким образом, при действующей в настоящее время системе наибольшее влияние на качество отбора младшего командного состава оказывает субъективный фактор – уровень педагогической и профессиональной подготовки задействованного офицерского состава, его жизненного опыта, зрелости, интуиции. Закономерным следствием этого являются существенные различия в оценках эффективности профессиональной деятельности сержантов на курсах разных лет набора, что подтверждается многолетним опытом работы с сержантским составом инженерно-технического факультета Санкт-Петербургского

университета Государственной противопожарной службы МЧС России (СПб УГПС МЧС России). Данный факт указывает на необходимость введения единой методики предварительного отбора кандидатов на должности младших командиров.

Кроме того, анализ текучести кадров на должностях младшего командного состава инженерно-технического факультета показывает следующее:

- согласно опросам офицерского состава, непосредственно работающего с курсантами, только треть младших командиров из числа курсантов первого года обучения можно назвать соответствующими занимаемой должности;

- за семь лет на инженерно-техническом факультете в первый год обучения было снято с должности 50 командиров групп и отделений, как не справляющихся со своими обязанностями, причем 34 из них – в первые три месяца обучения.

Исходя из приведенной статистики, можно сделать вывод о необходимости совершенствования действующей системы предварительного отбора младших командиров, как несоответствующей современным высоким требованиям к процессу подготовки специалистов в вузах МЧС России.

Существующая на данный момент ситуация обусловила выбор темы исследования. На основании успешного опыта работы с личным составом курсовых офицеров, проведенных опросов и наблюдений была разработана методика балльной оценки перспективности кандидата на должность младшего командного состава. Предложенный алгоритм сочетает в себе как теоретическую оценку физических и психологических качеств курсанта, так и оценку непосредственного проявления их в жизни. Применение комбинации теоретической и практической составляющих позволяет говорить о достаточно высокой валидности разработанной методики.

Методика реализуется в период абитуриентских сборов в условиях взаимодействия руководства курса с медицинской службой и отделом психологического обеспечения учебного процесса. Все абитуриенты проходят медицинскую комиссию, по результатам которой им выставляется группа здоровья, и профессиональный психологический отбор, результатом которого является группа профпригодности. Эти сведения о каждом абитуриенте доводятся руководству курса.

Руководством курса ведется сводная таблица, в ячейки которой вносятся показатели каждого абитуриента и соответствующие им баллы. Перевод в баллы осуществляется следующим способом: по итогам определения группы здоровья – первая группа оценивается в 3 балла, вторая – в 2 балла, третья – в 1 балл. При оценке результатов профотбора 1 категория дает 5 баллов, 2 категория – 3 балла, 3 категория – 1 балл.

**Таблица. Таблица предварительного отбора кандидатов на должности исполняющих обязанности младшего командного состава**

№ п/п	ФИО курсанта	Результаты прохождения медкомиссии		Профпригодность		Опыт руководства личным составом		Сумма баллов
		группа здоровья	балл	категория	балл	комментарии	балл	

Данные оценки определяют состояние физической и психологической способности абитуриента исполнять обязанности младшего командного состава. Необходимость этих оценок обуславливается высокой эмоциональной и психологической нагрузкой на командира. Назначение на должность кандидата, недостаточно физически и психологически развитого, может привести к его эмоциональному выгоранию, что отрицательно скажется как на состоянии здоровья кандидата, так и на продуктивности функционирования подразделения [5, 6].

Раздел таблицы «Опыт руководства личным составом» заполняется по итогам личной беседы начальника курса с абитуриентом. В ходе беседы выясняются активность участия абитуриента в общественной жизни, опыт работы на должностях, подразумевающих организаторскую и управленческую деятельность и т.д. Сведения, полученные по результатам беседы, также служат основой для балльной оценки перспективности данного абитуриента в роли командира учебной группы. Баллы выставляются следующим образом:

- кандидат занимал в прошлом должность младшего командного состава в период службы в армии либо обучения в учебном заведении с программами начальной военной подготовки (кадетские корпуса, Суворовские и Нахимовские училища и т.д.) – 7 баллов;
- кандидат занимал в прошлом какие-либо общественные посты, занимался организаторской, волонтерской либо другой подобной деятельностью – 5 баллов;
- кандидат является выходцем из семьи сотрудников Министерства обороны, МВД, МЧС России и т.д. – 3 балла;
- кандидат имеет достаточно большое количество достижений в учебной, научной, спортивной либо других видах деятельности – 1 балл.

Оценка практической деятельности абитуриента до поступления в вуз МЧС России отражает степень фактического проявления им лидерских и организаторских качеств, а также наличие опыта работы с людьми, в том числе подчиненными, начальных педагогических и психологических навыков. Дополнительные баллы также получают выходцы из семей сотрудников силовых структур, так как данные абитуриенты сравнительно более психологически подготовлены к условиям службы и имеют начальные знания в сфере служебной деятельности. Это делает короче период их адаптации к условиям военизированного вуза и тем самым создает сравнительно более приемлемые условия для дальнейшей их подготовки как младшего командира.

Итоговое суммирование баллов по трем позициям позволяет провести четкую дифференциацию абитуриентов по степени предполагаемой перспективности назначения на должности младшего командного состава. Из общего количества абитуриентов выделяется список лиц, назначение которых на должности наиболее предпочтительно. Таким образом, значительно оптимизируется работа офицерского состава курса по выделению и первоначальному выдвижению наиболее подходящих кандидатов на должности младшего командного состава.

С целью проверки работоспособности разработанной методики было произведено ее экспериментальное внедрение в практическую деятельность факультета инженерно-технического СПб УГПС МЧС России. Эксперимент проводился в течение двух лет. Сравнительный анализ показателей служебной деятельности опытных и контрольных подразделений показал следующие результаты:

- количество командиров групп и отделений, снятых с должности в первые два месяца обучения, составило 9 и 15 в опытных и контрольных группах соответственно;
- результаты теоретических тестирований по профессиональным знаниям сержантского состава и результаты сдачи нормативов по физподготовке, проводимых в ходе сержантских сборов, в опытных группах оказались выше соответственно на 15 % и на 23 %;
- количество исполняющих обязанности младшего командного состава, с первого раза успешно прошедших аттестацию на должность, в опытных группах составило на 18 % больше по сравнению с контрольными;
- количество нарушений служебной дисциплины, допущенных исполняющими обязанности младшего командного состава, в опытных группах составило на 25 % меньше, чем в контрольных.

Таким образом, из приведенной статистики прослеживается стабильное повышение показателей служебной деятельности младшего командного состава тех подразделений, где была внедрена разработанная методика, относительно контрольных подразделений.

Опираясь на результаты эксперимента, можно сделать следующие выводы:

- для достоверной оценки готовности абитуриента к командирской деятельности нельзя ограничиваться результатами теоретических анкетирований и бесед, необходимо

уделять повышенное внимание фактическому проявлению им профессионально важных качеств в жизни;

– при выполнении такой задачи, как качественный отбор будущих сержантов вуза МЧС России, недопустим такой уровень влияния на результаты отбора субъективного фактора, как существующий в настоящий момент. Система отбора кандидатов нуждается в совершенствовании и стандартизации.

Практическая проверка работоспособности разработанной методики предварительного отбора кандидатов на должности младших командиров курсантских подразделений показывает, что внедрение данной методики в деятельность вуза МЧС России способно значительно усовершенствовать процедуру отбора и в дальнейшем повысить результативность служебной деятельности потенциального будущего сержантского состава. Методика построена на принципах отбора универсальных для системы любого военизированного вуза. Данный аспект позволяет внедрить ее в деятельность любого вуза системы МЧС России без дополнительной адаптации, что открывает перспективы повсеместного внедрения данной методики в целях повышения качества сержантского состава учебных подразделений вузов системы МЧС России.

### **Литература**

1. Елбаев Ю.А. Психологические основы повышения эффективности профессионального психологического отбора в высших военно-учебных заведениях: дис. ... канд. психол. наук. М., 1991.
2. Методическое руководство по профессиональному психологическому отбору в системе МЧС России. М., 2006.
3. Методическое руководство по психодиагностическому обеспечению в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. М., 2011.
4. Шойгу Ю.С. Профессиональный психологический отбор курсантов вузов МЧС России – будущих спасателей (обоснование психодиагностического инструментария): дис. ... канд. психол. наук. М., 2003.
5. Алексеева Л.В. Психология активности личности. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 1996.
6. Орел В.Е. Синдром психического выгорания личности. М.: ИП РАН, 2005.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ СИСТЕМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**Т.Н. Антошина, кандидат педагогических наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.  
Е.А. Анисимова.**

**Военно-морской политехнический институт Военного учебно-научного  
центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Адмирала  
Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова».**

**А.С. Глузгал.**

**64 Федеральное государственное казенное учреждение  
пожарно-спасательная часть «2 отряд федеральной противопожарной  
службы по г. Санкт-Петербургу»**

Освещается возможность и особенности использования в вузах интерактивных систем, таких как интерактивная доска. Так же в статье приведены фрагменты практических занятий по математике с применением интерактивной доски.

*Ключевые слова:* подготовка специалистов МЧС России, компьютерные технологии обучения, обучение, интерактивные системы, интерактивная доска, образовательный процесс

## THE USE OF INTERACTIVE SYSTEMS AS A FACTOR IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

T.N. Antoshina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

E.A. Anisimova. Naval polytechnic institute military training and research center of Navy  
«Naval academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov».

A.S. Gluzgal. 64 Federal state institution fire-rescue part «2 detachment of the federal fire service  
across Saint-Petersburg»

This article highlights the features and the ability to use interactive universities in B-tems, such as the interactive whiteboard. Also in the article shows fragments of practical lessons on math using interactive whiteboard.

*Keywords:* training of specialists of EMERCOM of Russia, computer technologies of education, training, interactive systems, interactive board, educational process

Широкая популяризация современных компьютерных технологий и мультимедийных проекторов стала стимулом для создания специальных технических средств, обеспечивающих непосредственный бесконтактный ввод в персональный компьютер текстовой и графической информации. На сегодняшний момент во многих сферах деятельности используются так называемые сенсорные компьютерные мониторы и интерактивные насадки (типа TouchScreen), позволяющие управлять компьютером прикосновением пальца к экрану. Так же огромное место стали занимать технические средства, имеющие презентационные функции и рассчитанные на коллективный просмотр информации. Именно такие технические средства будут более подробно рассмотрены в данной статье.

Среди учебных дисциплин в технических военных вузах особое место занимает курс высшей математики. Именно этот курс вооружает обучающихся тем математическим аппаратом, без которого невозможно изучение физики, химии, основ информатики и вычислительной техники, а так же и других технических наук. В процессе изучения математики у обучающихся развивается логическое мышление, приобретаются навыки вычислительной деятельности, такие как умение анализировать, систематизировать, абстрагировать, вычленять частные случаи. Все это оказывает серьезное влияние на изучение всех дисциплин и решение не только профессиональных задач, но и жизненных.

Большую роль в успешном изучении математики в вузе играет подготовка обучающихся к восприятию курса. Система образования в России предусматривает преемственность при переходе от среднего к высшему образованию, но уровень математической подготовки иногда является недостаточным для освоения обучающимися математических дисциплин. Главная задача преподавателя не только помочь обучающимся эффективно осваивать вузовский курс математики, но и раскрыть всю сущность математики, находить отражение в разъяснении истинного смысла изучаемых понятий. Для того чтобы добиться поставленной задачи преподавание математики должно быть простым ясным и естественным [1].

Федеральный государственный образовательный стандарт 3+ (ФГОС) предполагает повышение качества обучения обучающихся. Образование, в том числе математическое, должно нести новое знание, а не сумму знаний по отдельным дисциплинам, что способствует формированию многомерного мышления. Реализация компетентного подхода к образованию предусматривает широкое использование интерактивных методов проведения занятий.

Для повышения качества обучения в вузах в современных условиях идет полным ходом оснащение компьютерной техникой. Но это решает только часть этой задачи. Поэтому психологи предлагают задействовать в обучении все сенсорные системы человека – визуальную, аудиальную, кинестетическую (телесную). Это имеет огромное значение для тренировки моторной памяти, возможность доведения навыков до автоматизма, то есть переход на уровень подсознания.

Поскольку качество образования зависит от правильной организации учебной работы и от профессионализма и компетентности преподавателя, то в этом случае ему на помощь приходят различные устройства, в том числе и интерактивные системы, такие как интерактивные доски (ИД).

ИД – это комплекс оборудования, представляющий собой большой сенсорный экран, работающий как часть системы, в которую также входят компьютер и проектор.

ИД позволяет эффективно и динамично подавать материал, используя web-сайты и другие ресурсы, повысить мотивацию, сделав занятие более интересным и наглядным для упрощения восприятия и усвоения материала, использовать наработанные материалы и облегчить подготовку к занятию, протоколировать работу обучающихся у доски и анализировать ошибки, проводить оперативный контроль знаний.

Использование ИД позволяет решить множество задач, в том числе [2]:

- уход от чисто презентационной формы подачи материала, которая хороша только для введения в тему, ознакомления с материалом;
- эффективная подача учебного материала;
- организация групповой работы на практическом занятии.

С помощью проектора изображение рабочего стола компьютера проецируется на поверхность ИД. В этом случае доска выступает как экран. С проецируемым на доску изображением можно работать, вносить изменения и пометки. Все изменения записываются в соответствующие файлы на компьютере, могут быть сохранены и в дальнейшем отредактированы или переписаны на съемные носители. В этом случае электронная доска работает в качестве устройства ввода информации.

Белая твердая поверхность доски имеет многослойную структуру, очень чувствительную к касаниям. Время отклика доски, как и разрешение, очень высокое, что позволяет ей быстро реагировать на прикосновения. Для работы нужен специальный маркер, а производительность напрямую зависит от мощности компьютера.

Благодаря твердой поверхности существует возможность использования при работе на занятии традиционных чертежных инструментов (линейка, угольник, транспортир).

Использование инструментария ИД позволяет добиться максимального образовательного эффекта.

## **Цвет**

Разнообразие цветов, доступных на интерактивной доске, позволяет преподавателю выделять важные области и привлекать внимание к ней, связывать общие идеи или показывать их отличие и демонстрировать ход размышления.

## **Записи на экране**

Возможность делать записи позволяет добавлять информацию, вопросы и идеи к тексту, диаграммам или изображениям на экране. Все примечания можно сохранить, еще раз просмотреть или распечатать.



## **Аудио- и видеовложения**

Значительно усиливают подачу материала. На ИД также можно захватывать видео изображения и отображать их статично, чтобы иметь возможность обсуждать и добавлять к нему записи.

## **Выделение отдельных частей экрана**

Формулу, схему или рисунок на ИД можно выделить. Это позволяет преподавателю и курсантам фокусироваться на отдельных аспектах темы. Часть экрана можно скрыть и показать его, когда будет нужно.

## **Вырезать и вставить**

Объекты можно вырезать и стирать с экрана, копировать и вставлять, действия – отменять или возвращать. Это придает курсантам больше уверенности – они знают, что всегда могут вернуться на шаг назад или изменить что-нибудь.

## **Страницы**

Страницы можно листать вперед и назад, демонстрируя определенные темы занятия или повторяя то, что некоторые из курсантов не очень поняли. Страницы можно просматривать в любом порядке, а рисунки и тексты перетаскивать с одной страницы на другую.

## **Разделение экрана**

Преподаватель может разделить изображение с экрана компьютера и показать его на разных досках. Это может пригодиться при тщательном исследовании предмета.

## **Поворот объекта**

Позволяет перемещать объекты, показывая симметрию, углы и отражения.

Проведение занятий с помощью ИД имеет множество преимуществ по сравнению с другими средствами обучения [3]:

1. Материалы к занятию можно приготовить заранее – это обеспечит хороший темп занятия и сохранит время на обсуждения.
2. Можно создавать ссылки с одного файла на другой – например, аудио, видео файлы или интернет-страницы. Это позволяет не тратить время на поиск нужных ресурсов. Кроме того, к ИД можно подключить и другое аудио- и видеооборудование.
3. Материал можно структурировать по страницам, что требует поэтапного логического подхода и облегчает планирование.
4. После занятия файлы можно сохранить в изначальном виде или такими, как они были в конце занятия, вместе с дополнениями. Их можно использовать во время проверки знаний обучающихся.

ИД – не просто электронные «меловые» доски. Обучение с их помощью гораздо эффективнее обучения только с компьютером и проектором. Чтобы максимально использовать возможности интерактивной доски, необходимо тщательно спланировать и самостоятельно «с нуля» разработать занятие [4].

Можно выделить следующие рекомендации по применению на практическом занятии ИД:

– использовать маркер и ластик для выделения информации поверх любого приложения;

- использовать функцию клавиатуры для ввода цифр и букв;
- вносить изменения, стирать и сохранять произведенные действия в память компьютера для дальнейшего редактирования и распространения материала;
- использовать традиционные чертежные инструменты;
- демонстрировать учебные материалы любых электронных форматов;
- фиксировать весь ход занятия;
- акцентировать внимание на требуемых фрагментах, поэтапно предъявлять учебные задания.

В качестве примера можно привести фрагменты практических занятий по математике для первого курса с применением ИД.

Тема «Векторная алгебра». На рис. 1 представлен фрагмент занятия «Линейные операции над векторами». С помощью чертежных инструментов можно нанести координатные оси. Используя панель инструментов, можно выбрать толщину и цвет линий, построить данные в условии задачи векторы, найти их сумму и разность. Для нахождения координат векторов суммы и разности используем панель инструментов, осуществляя их перенос в начало координат. Таким образом, решается задача наглядности учебного материала.

### Правило параллелограмма

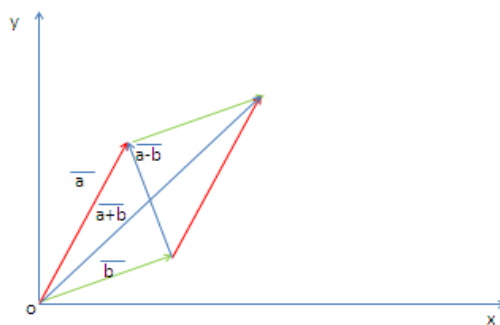
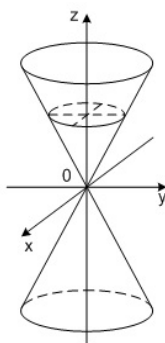


Рис. 1. Фрагмент занятия «Линейные операции над векторами»

Тема «Аналитическая геометрия», фрагмент занятия «Поверхности второго порядка» представлен на рис. 2. Из галереи рисунков извлекаем поверхность второго порядка, например, конус, и помещаем его в систему координат. Затем, используя панель инструментов, после обсуждения с курсантами процесса построения, строим искомую поверхность на ИД.



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0 \quad \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0, \quad -\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0,$$

конусы второго порядка с вершинами в начале координат

Рис. 2. Фрагмент занятия «Поверхности второго порядка»

Тема: «Определенный интеграл». На рис. 3 представлен фрагмент занятия, посвященного понятию определенного интеграла, его геометрического смысла и его свойствам. Используя инструмент ИД, построить координатные оси. Выбрав толщину и цвет линии, построить график функции  $y=f(x)$ . Рассматриваем определенный интеграл как предел интегральной суммы.

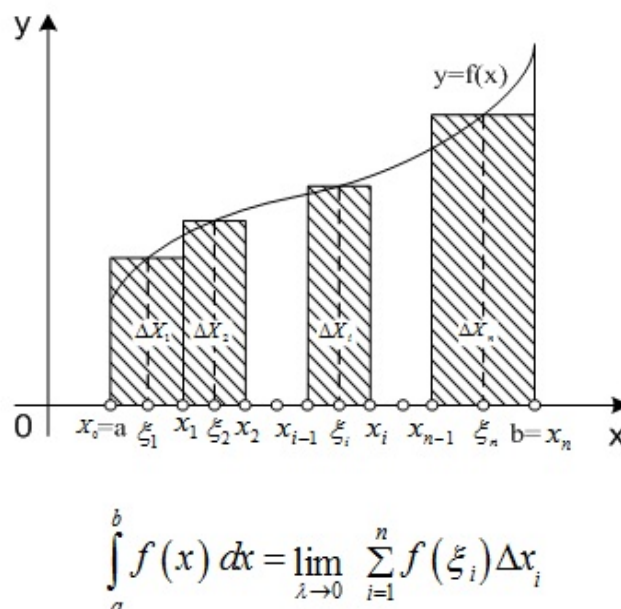


Рис. 3. Фрагмент занятия «Определенный интеграл»

Важно понять, что ИД – это не волшебная палочка, которая решает все проблемы и делает занятие интересным и увлекательным. Преподаватель должен грамотно сочетать программное обеспечение с функциями ИД и творчески подходить к использованию его потенциала при подготовке и проведении учебных занятий и организации самостоятельной работы курсантов.

Таким образом, в интерактивном образовании качественное аппаратное обеспечение имеет важное, но не решающее значение. Для продуктивного внедрения ИД в процесс обучения математики требуется хорошо построенная методология, поддержанная методическими материалами и качественным программным обеспечением, что стимулирует профессиональный рост преподавателя и побуждает искать новые приемы и методы обучения.

### Литература

1. Антошина Т.Н., Глузгал А.Е. Современные подходы к проектированию и внедрению компьютерных технологий обучения в Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 1 (37). С. 87–92.
2. Калитин С.В. Интерактивная доска. Практика эффективного применения в школах, колледжах и вузах. Сер.: Элективный курс. Профильное обучение. М.: СОЛОН-Пресс, 2013. 192 с.
3. Янченко М.С., Ермолаева В.В. Использование интерактивных досок // Молодой ученый. 2014. № 5. С. 26–29.
4. Интерактивная доска. Быстрый старт. Руководство пользователя. М.: Изд-во «Сервис плюс», 2007. 40 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Агеев Павел Михайлович** – нач. отд. пож. безопасн. транспорта Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 441-11-68, канд. техн. наук;

**Алматов Кудайберген Ерболатулы** – студент Казахского нац. ун-та им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, д. 71), тел.: (812) 314-15-87, e-mail: ktf.grv@ifmo.ru;

**Амангелди Айдана Сериккызы** – студент Казахского нац. ун-та им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, д. 71), тел.: (812) 314-15-87, e-mail: ktf.grv@ifmo.ru;

**Анисимова Елена Александровна** – препод. каф. мат. Воен.-морск. политехн. ин-та Воен. учеб.-науч. центра ВМВ «Воен.-морск. акад. им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» (197045, Санкт-Петербург, Ушаковская наб., д. 17/1), e-mail: elena170465@yandex.ru;

**Антошина Татьяна Николаевна** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. пед. наук, доц.;

**Антюхов Валерий Иванович** – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: antyukhovvi@yandex.ru, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

**Воропаев Николай Петрович** – ст. препод. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

**Глузгал Анастасия Сергеевна** – инспект. по кадр. и восп. работе 64 ПСЧ ФГКУ «2 отряд ФПС по г. Санкт-Петербургу» (195009, Санкт-Петербург, Лесной пр., д. 17), e-mail: Antoshina17@yandex.ru;

**Евдокимов Андрей Сергеевич** – нач. инж.-техн. фак-та СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Заборский Борис Викторович** – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: bvzaborskiy@inbox.ru, канд. техн. наук, доц.;

**Калинина Елена Сергеевна** – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

**Константинова А.С.** – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Кораблёв Владимир Антонович** – доц. каф. комп. теплофиз. и энергофиз. мониторинга СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), тел. (812) 314-15-87, e-mail: ktf.grv@ifmo.ru, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;

**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.;

**Кузьмина Татьяна Анатольевна** – науч. сотр. отд. расч. методов и инф. технол. в экспертизе пожаров Науч.-исслед. ин-та персп. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-07-46 (доб. 6135), e-mail: kuzmina@spbugps.ru;

**Лабинский Александр Юрьевич** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. техн. наук, доц.;

**Медведева Людмила Владимировна** – зав. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: luvlmed@mail.ru, д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

**Минкин Дмитрий Алексеевич** – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: mindim-spb@mail.ru, канд. техн. наук;

**Остудин Никита Вадимович** – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квал. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: ostudin92@mail.ru;

**Романов Николай Николаевич** – доц. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: romanov\_n.n@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

**Савосько Сергей Владиславович** – ст. науч. сотр. отд. пож. безопасн. транспорта Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 441-11-68;

**Сорока Алина Вячеславовна** – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: lina\_soroka96@mail.ru.



---

---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

---

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников.

Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым впоследствии обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за более чем вековую историю подготовлено более 30 тысяч специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников университета.

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство.

Подготовка специалистов в университете организована по очной и заочной формам обучения, а также с использованием дистанционных образовательных технологий. Проводится обучение по программам среднего общего образования, высшего образования, а также подготовка специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовка и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России. С 1 июля 2015 г. университет в соответствии с решением МЧС России приступил к реализации программ первоначальной подготовки специалистов для подразделений СЗРЦ МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы Чижиков Эдуард Николаевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в подразделениях МЧС России, пожарно-технические эксперты и дознаватели. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для Военизированных горноспасательных частей по специальностям «Горное дело», специализация «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса.

Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 1 член-корреспондент РАН, 7 заслуженных деятелей науки РФ, 14 заслуженных работников высшей школы РФ, 1 заслуженный юрист РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 64 доктора наук, 278 кандидатов наук, 62 профессора, 147 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 21 членов-корреспондентов отраслевых академий, 7 старших научных сотрудников, 1 заслуженный деятель науки республики Дагестан, 9 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 1 почетный работник науки и техники РФ, 1 почетный работник высшей школы РФ и 2 почетных радиста РФ.

Почетным Президентом Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России является статс-секретарь – заместитель Министра МЧС России Артамонов Владимир Сергеевич, действительный Государственный советник I класса, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники. Награжден почетной грамотой Президента РФ.

В период с 2002 по 2012 гг. В.С. Артамонов возглавлял Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В состав университета входят:

- Институт развития;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- Мурманский филиал университета;
- четыре факультета: пожарной безопасности, экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет дополнительного профессионального образования;
- Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Магадан, Махачкала, Полярные Зори (Мурманская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Чехов (Московская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бурган (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория).

В университете созданы:

- административно-правовой центр;
- учебный центр;
- учебно-методический центр;
- центр организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;
- центр информационных и коммуникационных технологий;
- центр международной деятельности и информационной политики;
- центр дистанционного обучения;
- культурно-досуговый центр;
- технопарк науки и высоких технологий.

В университете по 31 направлению подготовки (специальности) обучается около 8 000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 000 специалистов.

Реализуется проект по созданию на базе университета комплекса специального психофизиологического оборудования для психологического обеспечения деятельности профессиональных контингентов МЧС России.

На базе университета создана мастерская лаборатории «Инновационных технологий и научно-технической продукции».

В настоящее время в университете функционирует три диссертационных совета, два по техническим наукам, один по психолого-педагогическим наукам. За 2015 г. защищено 10 кандидатских диссертаций: 4 по техническим наукам и 6 по педагогическим.

В университете осуществляется подготовка специалистов высшей квалификации, в том числе и на возмездной основе. Подготовка докторантов, адъюнктов, аспирантов и соискателей осуществляется по 26 направлениям подготовки по 9 отраслям науки.

Деятельность Института развития Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России направлена на обеспечение условий для реализации учебного процесса университета по программам дополнительного профессионального образования и актуализацию профессиональных знаний, совершенствование деловых качеств у руководящего состава, специалистов и сотрудников МЧС России. Институт осуществляет методическое, научное сопровождение и оказание помощи в организации образовательного процесса, повышении квалификации преподавательского состава учебных центров ФПС. Институт осуществляет оказание помощи ФКУ «Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра» МЧС России в организации образовательного процесса и обеспечении учебно-методической литературой.

В настоящее время университетом проводится работа по организации образовательного процесса сотрудников (персонала) диспетчерской службы системы – 112.

Для обеспечения обучения в институте развития используются тематические классы, оборудованные программными модулями, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий.

Институт заочного и дистанционного обучения является первым институтом в системе учебных заведений МЧС России заочной формы обучения с применением технологий дистанционного обучения. Он является базовой площадкой по созданию и внедрению в МЧС России системы дистанционного обучения кадров по программам профессионального образования.

В целях повышения качества и дальнейшего развития инновационной научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной инфраструктуры университета с 1 марта 2014 г. в составе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России Приказом МЧС России от 25 октября 2013 № 683 создан научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности. Основными научными направлениями деятельности института являются: разработка новых и совершенствование существующих инструментальных методов и технических средств исследования и экспертизы пожаров; производство судебных пожарно-технических экспертиз и исследований в области экспертизы пожаров; научно-методическое руководство деятельностью судебно-экспертных учреждений Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» в области исследования и экспертизы пожаров; применение расчетных методов в судебной пожарно-технической экспертизе; разработка нормативно-технической документации по обеспечению безопасности маломерных судов, баз, стоянок и других объектов, поднадзорных ГИМС МЧС России; разработка и внедрение нормативно-технической документации в области обеспечения пожарной безопасности водного транспорта, портовых сооружений и их инфраструктуры; сертификационные испытания, апробирование методик по стандартам ISO, EN и резолюциям IMO; разработка нормативной базы по обеспечению пожарной безопасности метрополитенов и транспортных тоннелей, а также других сложных и уникальных объектов, проведение расчетов индивидуального пожарного риска. Институт активно использует научный потенциал Санкт-Петербурга, развивая связи с ведущими вузами и НИИ города, такими как СПбГТУ, СПбТУ, ФГУП РНЦ «Прикладная химия» и др. Сотрудники института являются членами бюро Северо-Западного отделения Научного Совета при Президиуме РАН по горению и взрыву. Потребителями и заказчиками продукции института являются органы МЧС России, юридические и физические лица Северо-Западного



и других регионов России, фирмы США, Италии, Германии, Норвегии, Финляндии, Литвы и других стран.

Центр информационных и коммуникационных технологий университета обеспечивает надежную работоспособность, устойчивость и непрерывность функционирования средств автоматизации, программных и технических средств автоматизации в структурных подразделениях университета, а также доступ пользователей университета к различным информационным ресурсам в соответствии с установленным порядком; сохранность, антивирусную защиту, защиту от возможности проникновения из сети Интернет и резервного копирования информационных ресурсов университета; повышает качество образовательного процесса на основе активного освоения и распространения передового педагогического опыта с использованием стационарных и мобильных аудио- видео-компьютерных комплексов; проводит оснащение новых и модернизацию старых учебных аудиторий университета современными техническими средствами обучения; методическое обеспечение, консультацию и техническое сопровождение внедренных в подразделениях университета современных телевизионных и аудио- видео-компьютерных комплексов; создание и анализ банка данных по учебному процессу университета; осуществляет информационный обмен с банками данных других учреждений и организаций системы РСЧС.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др. Среди них: Международная научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международный семинар «Предупреждение пожаров и организация надзорной деятельности», Международная научно-практическая конференция «Международный опыт подготовки специалистов пожарно-спасательных служб», Научно-практическая конференция «Совершенствование работы в области обеспечения безопасности людей на водных объектах при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ», Международный конгресс «Вопросы создания и перспективы развития кадетского движения в МЧС России», межкафедральные семинары «Математическое моделирование процессов природных пожаров», «Информационное обеспечение безопасности при ЧС», «Актуальные проблемы отраслей науки», которые каждый год привлекают ведущих российских и зарубежных ученых и специалистов пожарно-спасательных подразделений.

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили: Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасателей (СТИФ), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX.

Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России заключено более 16 договоров и соглашений с учреждениями о научно-техническом сотрудничестве в целях наиболее полного и эффективного использования интеллектуального и материально-технического потенциала и решения проблем, связанных с развитием сторон. Среди них: Учреждение Российской академии наук «Красноярский научный центра Сибирского отделения РАН» (КНЦ СО РАН), ГОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,

Учреждение Российской академии наук Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра СО РАН (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН), Петербургский энергетический институт повышения квалификации, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, ГБУ науки «Институт динамики геосфер Российской академии наук».

Университет на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Сербии, Черногории, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (СТИФ), объединяющей более 50 стран мира.

В рамках международной деятельности университет активно сотрудничает с международными организациями в области обеспечения безопасности.

В сотрудничестве с Международной организацией гражданской обороны (МОГО) Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. В настоящее время разработаны 5 программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

На базе университета проводятся международные мероприятия под эгидой СТИФ (КТИФ): заседание Исполнительного комитета КТИФ, рабочих групп «Женщины за безопасность», «Обучение и подготовка», конференции.

Одним из ключевых направлений работы университета является участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря (СГБМ). Университет принимал участие в проекте 14.3, а именно в направлении С – «Макрорегиональные сценарии рисков, анализ опасностей и пробелов в законодательстве» в качестве полноценного партнера. В настоящее время идет работа по созданию нового совместного проекта в рамках СГБМ.

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в четырех иностранных государствах (Болгария, Черногория, Сербия, Казахстан). В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заклучены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими.

В рамках научного сотрудничества с зарубежными вузами и научными центрами издается российско-сербский научно-аналитический журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности». Университетом заключен договор с Российско-сербским гуманитарным центром (г. Ниш). В сентябре 2014 г. в рамках сотрудничества в университете проведен семинар с представителями пожарно-спасательных служб Сербии по вопросам деятельности газодымозащитных служб.

В ноябре 2015 г. на базе университета впервые прошла обучение группа студентов университета Кьонгил (Республика Корея).

В университете на основании межправительственных соглашений проводится обучение сотрудников МЧС Киргизской Республики и Республики Казахстан.

За годы существования университет подготовил более 1 000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации».

Компьютерный парк университета составляет более 1 500 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «Консультант-Плюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть, осуществлено подключение к ведомственной сети Интранет МЧС России.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 358 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В Электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Сибирская пожарно-спасательная академия и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра», а также учебные центры. Так же с января 2015 г. создана и функционирует Единая ведомственная электронная библиотека, объединяющая все библиотеки вузов МЧС России. Имеется доступ к каталогам крупнейших библиотек нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фонде библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 261 экземпляр. На 2015 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 130 наименований журналов и газет, из них более 50 наименований с грифом ВАК. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются иностранные журналы.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб университета.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям

законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук».

Учебная пожарно-спасательная часть университета имеет 13 единиц современной техники, оснащенной необходимым оборудованием для доставки боевого расчета и проведения оперативных действий и спасательных работ. Обучение курсантов и слушателей на образцах самой современной специальной техники и оборудования способствует повышению профессионального уровня выпускников.

Поликлиника университета оснащена современным оборудованием, что позволяет проводить комплексное обследование и лечение сотрудников учебного заведения и учащихся.

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей с получением удостоверений и книжек спасателей. Обучение проходит на базе учебно-тренировочного комплекса Северо-Западного регионального ПСО МЧС России и Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра».

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан центр по обучению кадетов. С 1 января 2015 г. Приказом МЧС России центр преобразован в Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Основные цели деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Корпус осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом специфики вуза.

Сотрудники структурных подразделений, руководство и курсанты факультета инженерно-технического, факультета экономики и права принимали участие в ликвидации последствий крупнейших природных чрезвычайных ситуаций в Краснодарском крае (г. Крымск), на Дальнем Востоке и Республике Хакасия.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов, кадет и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

В составе сборной команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС) – неоднократные чемпионы и призеры мировых первенств, международных и российских турниров. Деятельность команды университета ППС: участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС. В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам, черлидингу и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете культурно-досуговом центре. Обучающиеся в университете принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных

профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

Деятельность творческих объединений университета организует и координирует культурно-досуговый центр.

Одной из задач Центра является совершенствования нравственно-патриотического и духовно-эстетического воспитания личного состава, обеспечение строгого соблюдения дисциплины и законности, укрепление корпоративного духа сотрудников, формирования гордости за принадлежность к Министерству и Университету. Из числа курсантов и слушателей университета созданы молодежные объединения «Выбор» и «Наше время», которые осуществляют работу по нравственно-патриотическому и историко-патриотическому направлениям, организуют волонтерскую работу, а также поисковые работы на местах боев Великой Отечественной войны. Парадный расчет университета традиционно принимает участие в параде войск Санкт-Петербургского гарнизона, посвященном Дню Победы в Великой Отечественной войне. Слушатели и курсанты университета – постоянные участники торжественных и праздничных мероприятий, проводимых МЧС России, Администрацией Санкт-Петербурга и Ленинградской области, приуроченных к государственным праздникам и историческим событиям.

В университете из числа курсантов и слушателей создано творческое объединение «Молодежный пресс-центр», осуществляющее выпуск корпоративного журнала университета «Первый». С 2014 г. курсанты «Молодежного пресс-центра» проходят практику в Управлении организации информирования населения МЧС России, пресс-службах СЗРУ и Главного управления МЧС России по Санкт-Петербургу.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



---

# АВТОРАМ ЖУРНАЛА

## «ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

### (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

---

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

**1. Материалы** для публикации представляются в редакцию журнала с *резольюцией* заместителя начальника университета по научной работе. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб УГПС – *выпиской* из протокола заседания кафедры о целесообразности публикации и отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

г) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

**2. Статьи**, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

### **3. Оформление текста:**

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии *авторов (не более трех)*; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

*Требования к аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

### **4. Оформление формул в тексте:**

а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);

б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);

в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

## **5. Оформление рисунков и таблиц:**

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);

в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

## **6. Оформление библиографии (списка литературы):**

а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;

б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

### **Литература**

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневых процессов: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.

6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm) (дата обращения: 15.12.2007).

7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3503.

## **7. Оформление раздела «Сведения об авторах»**

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

*Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.*

**Вниманию авторов:** материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное, анонимное, рецензирование.

**МЧС РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет**  
**Государственной противопожарной службы»**

Научно-аналитический журнал

**Природные и техногенные риски**  
**(физико-математические и прикладные аспекты)**

**№ 4 (20) – 2016**

Выпускающий редактор П.А. Болотова

---

Подписано в печать 30.12.2016. Формат 60×84<sub>1/8</sub>.  
Усл.-печ. 9 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149