

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 3 (23) – 2017

Редакционный совет

Заместитель председателя – доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент **Мусиенко 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**, директор Петербургского института ядерной физики им. Б.П. Константинова;

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;

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

доктор психологических наук, профессор полковник внутренней службы **Шленков Алексей Владимирович**, начальник кафедры психологии и педагогики;

кандидат педагогических наук, доцент **Клюй Валерий Владимирович**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Секретарь совета:

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



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б., Кошелев В.А. Проверка закона распределения времени обслуживания в системе массового обслуживания	5
Лабинский А.Ю. Распознавание компьютерных вредоносных программ с использованием нейронных сетей	10
Калинина Е.С., Каменев А.О. К вопросу об оценке пожарного риска административных зданий	16

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Скрипник И.Л., Воронин С.В. Обоснование размерности комплексного показателя технического уровня и его графическое представление	23
Шарков А.В., Кораблев В.А., Некрасов А.С. Выбор параметров тепломера тонкого диска	27
Трубилко А.И. Безопасность движения с точки зрения задач механики	34

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Медведева Л.В., Макачук Г.В. Технология обратной связи при обучении дисциплине «Химия» в Военном институте (инженерно-техническом)	47
Кузьмин А.А., Романов Н.Н. О проблемах выбора программного инструментария при формировании оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы.....	55
Пожаркова И.Н., Лагунов А.Н., Трояк Е.Ю., Гапоненко М.В. Видеолекции в системе дистанционного обучения вузов МЧС России	59
Трофимец Е.Н. Применение информационных технологий математического моделирования в вузах МЧС России	66
Сведения об авторах	71
Информационная справка	73
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	78

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. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 2307-7476

© Санкт-Петербургский университет Государственной
противопожарной службы МЧС России, 2017

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ПРОВЕРКА ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБСЛУЖИВАНИЯ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Н.В. Каменецкая, кандидат технических наук, доцент;

О.М. Медведева, кандидат технических наук;

С.Б. Хитов;

В.А. Кошелев.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлена методика проверки характера распределения времени обслуживания при проведении специальной обработки вооружения и специальной техники на посту радиационной, химической и биологической защиты МЧС России.

Ключевые слова: система массового обслуживания, радиационная, химическая и биологическая защита, время обслуживания, закон распределения, проверка

CHECK OF THE DISTRIBUTION LAW OF SERVICE TIME IN THE QUEUING SYSTEM

N.V. Kamenetskaya; O.M. Medvedeva; S.B. Khitov; V.A. Koshelev.

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

The article proposes a technique for checking the distribution of service time during special processing of weapons and special equipment at the radiation, chemical and biological protection post in the system of EMERCOM of Russia

Keywords: queuing system, radiation, chemical and biological protection, service time, distribution law, checking

Как известно, для математического моделирования при решении задач, связанных с обоснованием тех или иных оптимизационных управленческих решений, широко применяются методы теории массового обслуживания [1, 2].

В основе этих методов лежит рассмотрение процесса функционирования исследуемых объектов в виде системы массового обслуживания (СМО) – системы, характеризующейся наличием каналов обслуживания, потока заявок, а также очереди на обслуживание заявок со своей дисциплиной ожидания [3]. Функционирование СМО представляет собой случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем [4].

Моделирование процессов массового обслуживания, как правило, предполагает допущение о пуассоновском распределении потока заявок на обслуживание, например, в ситуациях, когда входящий поток не является ординарным, то есть допускается возможность одновременного появления нескольких заявок [5].

Одним из показателей, позволяющим оценить эффективность функционирования СМО с отказами, например, рассчитать пропускную способность подобной системы, является время обслуживания.

Время обслуживания в большинстве рассматриваемых задач является случайной величиной, так как, в свою очередь, зависит от многих других случайных величин и факторов и может быть описано определенным законом распределения.

Закон распределения времени обслуживания устанавливается на основе статистических данных по обслуживанию объектов, а также исходя из оперативно-тактических условий, в которых осуществляется функционирование исследуемой СМО.

Обозначим время обслуживания через T . Полной его характеристикой будет закон распределения, выраженный через функцию распределения:

$$F(t) = P\{T \leq t\} \quad \text{при } t \geq 0.$$

Геометрически данный закон можно охарактеризовать следующим образом: функция распределения $F(T)$ представляет собой вероятность того, что случайная величина T примет значение, расположенное на числовой оси левее точки t .

С учетом того, что время обслуживания не может быть отрицательной величиной:

$$F(t) = 0 \quad \text{при } t < 0.$$

То есть, функция $F(t)$, как и всякая функция распределения, должна быть положительной монотонно возрастающей функцией, не превосходящей единицу.

Заранее нельзя сказать, какой конкретный вид примет функция распределения $F(t)$ без детального анализа условий работы СМО. Кроме того, следует иметь в виду, что даже в одной системе время обслуживания различных средств обслуживания может характеризоваться различными функциями распределения.

Анализ функционирования ряда СМО показывает, что характер распределения времени обслуживания подчиняется показательному закону [4, 6, 7]:

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t},$$

где $F(t)$ – вероятность того, что обслуживание может длиться не более t единиц времени; μ – интенсивность обслуживания, определяемая как величина, обратная к среднему времени обслуживания одного объекта одним средством:

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{\text{обс}}},$$

где $\bar{t}_{\text{обс}}$ – математическое ожидание времени обслуживания.

Особенностью показательного распределения времени обслуживания является то, что оно соответствует системам, в которых вероятность окончания обслуживания вскоре после его начала велика, а длительное обслуживание маловероятно.

Однако не всегда при исследовании СМО эта особенность бывает явно выражена, и возникает задача проверки характера закона распределения времени обслуживания.

Для обоснования допущения о показательном законе распределения времени обслуживания можно воспользоваться методикой проверки характера распределения интервалов времени между моментами поступления заявок в СМО. Степень расхождения экспериментальных и теоретических данных можно оценить с помощью критерия согласия Пирсона.

Теоретические частоты n'_i повторения одинаковых интервалов времени обслуживания заявок определим из выражения [4, 6, 8]:

$$n'_i = n \cdot P_i,$$

где $n = \sum n_i$ – объем выборки; n_i – экспериментальные частоты;

$$P_i = P(t_i < T < t_{i+1}) = e^{-\lambda^* t_i} - e^{-\lambda^* t_{i+1}}, \quad (1)$$

где P_i – вероятность попадания случайной величины T в интервал.

$$\lambda^* = \frac{1}{\bar{T}},$$

где λ^* – оценка параметра λ показательного распределения; $\bar{T}$ – математическое ожидание промежутка времени между моментами появления объектов; N – число интервалов выборки (если $n_i < 5$, то соседние малочисленные интервалы объединяются в один).

Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределениями считается несущественным, а связь между опытной и аналитической кривыми можно считать удовлетворительной, если выполняется условие, определяемое по правилу В.И. Романовского.

Согласно данному правилу расхождения считаются несущественными, а связь между экспериментальной и теоретической кривой можно считать допустимой, если выполняется условие [4, 6, 8]:

$$R = \frac{\chi^2 - \tau}{\sqrt{2\tau}} < 3, \quad (2)$$

где $\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$ – наблюдаемое значение критерия Пирсона,

$\tau = N - 1 - s$ – число степеней свободы; s – число связей (число параметров исследуемого распределения).

Проверку характера распределения выполним на следующем примере.

Пусть подразделению радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты МЧС России поставлена задача проведения специальной обработки вооружения и специальной техники (В и СТ), которая проводится на соответствующем посту. Требуется установить вид закона распределения времени обслуживания поступающей на пост техники.

Параметры функционирования поста представим в таблице.

Таблица. Параметры функционирования поста РХБ защиты

№ п/п	Промежутки времени, мин ($\Delta t = 5 \text{ мин}$)	Середины промежут- ков, t_i , мин	Частота попадания времени обслужи- вания в промежуток n_i	$n_i \cdot t_i$	Теоретиче- ская частота повторения времени обслужи- вания n'_i	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2	3	4	5	6	7
1	0–5	2,5	54	135	62,8544	1,2473
2	5–10	7,5	41	307,5	44,6484	0,2981
3	10–15	12,5	33	412,5	31,7150	0,0521
4	15–20	17,5	26	455	22,5292	0,5347
5	20–25	22,5	22	495	16,000	2,2500
6	25–30	27,5	17	467,5	11,3670	2,7915
7	30–35	32,5	12	390	8,0737	1,9094
8	35–50	42,5	12	510	12,7048	0,0391
Сумма			$n = 217$	$\sum n_i \cdot t_i = 3172,5$		$\chi^2 = 9,12219$

Для сравнения эмпирического распределения с теоретической кривой, построенной по выражению (1), воспользуемся графическим методом.

Используя данные о промежутках времени поступления на пост В и СТ, а также данные о частоте попадания времени обслуживания в соответствующие промежутки, представленные в графах 2, 4 таблицы, построим гистограмму (рис.).

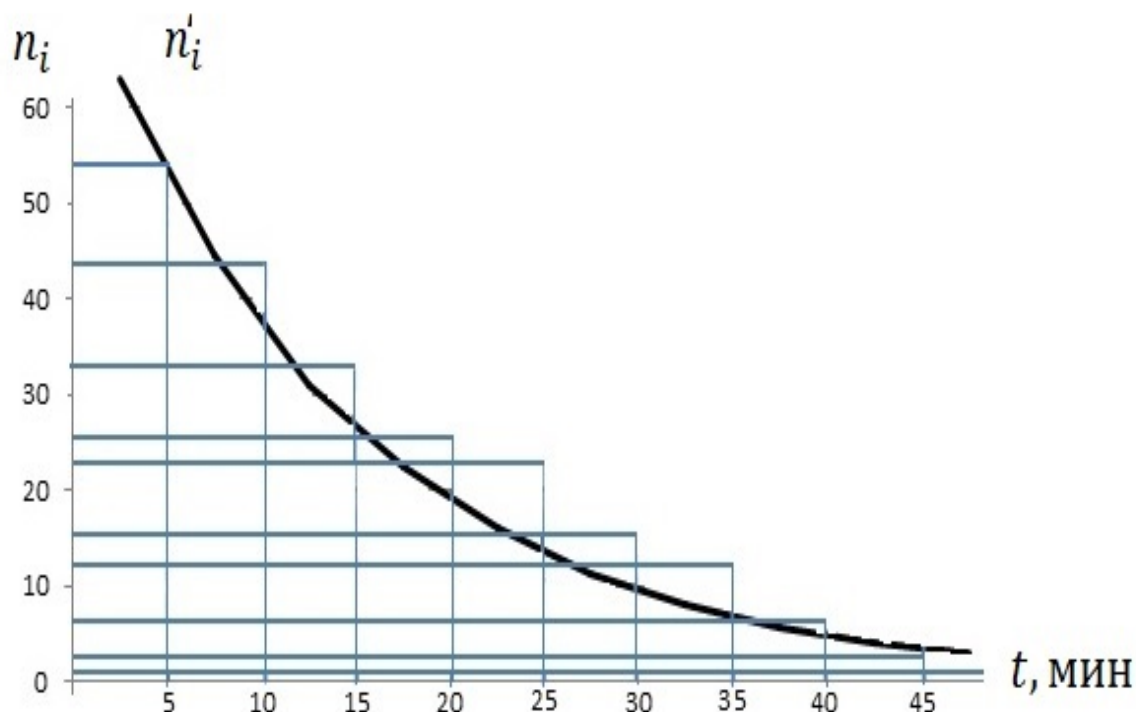


Рис. Гистограмма эмпирического распределения продолжительности обработки техники и кривая теоретического распределения

Анализ гистограммы позволяет сделать вывод о том, что закон распределения времени обслуживания техники на посту РХБ защиты можно считать показательным.

Определим математическое ожидание $\bar{T}$ промежутка времени между моментами появления объектов и среднее число объектов λ^* , поступающих в единицу времени:

$$\bar{T} = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{n} = \frac{3172,5}{217} = 14,6198;$$

$$\lambda^* = \frac{1}{\bar{T}} = 0,0684.$$

Используя выражение (1), находим значения теоретических частот n_i' и строим на гистограмме теоретическую кривую распределения (рис.).

Затем по данным таблицы определяем значение критерия согласия Пирсона: $\chi^2 = 9,12219$.

Используя неравенство (2), устанавливаем расхождение между экспериментальным и теоретическим распределениями:

$$R = \frac{9,12219 - 6}{\sqrt{2 \cdot 6}} = 0,9 < 3.$$

Расчет показывает, что расхождения между экспериментальным и теоретическим распределениями можно признать несущественными, а близость опытного распределения к показательному закону не вызывает сомнений.

В случае если один объект обслуживается всеми средствами, то целесообразно говорить о среднем времени обслуживания для всей системы.

При одновременном обслуживании одного объекта несколькими средствами, в случае, если все средства имеют одинаковую производительность, среднее время обслуживания уменьшается в n раз по сравнению со средним временем обслуживания одного средства. В этом случае математическое ожидание времени обслуживания можно рассчитать по формуле:

$$M(T) = \frac{1}{n\mu}.$$

Если же объектом обслуживаются одновременно n средств разной производительности и время обслуживания подчинено показательному закону распределения с параметром μ , то закон обслуживания всеми средствами также является показательным:

$$F(T < t) = 1 - e^{-(\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n)t};$$

$$\text{где } \sum_{i=1}^n \mu_i = \mu.$$

Так как показательный закон распределений случайных величин можно применить к большому количеству реальных СМО, во многих практических задачах обычно используют предположение именно о показательном характере распределения времени обслуживания в СМО.

Литература

1. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Математическое моделирование при решении задач обоснования структуры и организации функционирования мобильного госпиталя МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 1. С. 62–67.
2. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Комплексное использование методов исследования операций при обосновании управленческих решений в системе управления МЧС России // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 30. С. 92–99.
3. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Модель расчета некоторых показателей эффективности функционирования производственно-технического центра МЧС России // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 2-2. С. 39–44.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 2009. 207 с.
5. Калинина Е.С. Исследование сложного распределения Пуассона методом производящих функций // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4-1. С. 19–21.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. М.: КНОРУС, 2013. 448 с.
7. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд. перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. 175 с.
8. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. М.: Высш. шк., 1997. 400 с.

РАСПОЗНАВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

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

Рассмотрены особенности использования нейронных сетей для распознавания компьютерных вредоносных программ. Представлены результаты формального описания системы классификации программного обеспечения с целью выявления таких программ.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, вредоносные компьютерные программы, система классификации, машина опорных векторов

THE SPECIAL FEATURE OF EMPLOYMENT THE NEURAL NETWORK FOR RECOGNIZE THE MALICIOUS SOFTWARE

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

This article presents the special feature of employment the neural network for recognize the computer virus. Present the result of formally description the system of classification software with the purpose recognize malicious software.

Keywords: synthetic neural networks, malicious software, system of classification, support vector machine

Принятие управленческих решений невозможно без использования автоматизированных информационных систем (АИС). АИС используются в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС), Национальном центре управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) и других подразделениях МЧС России. В условиях расширения масштаба использования АИС перед разработчиками АИС встает ряд проблем, одной из которых является проблема обеспечения информационной безопасности.

В целях реализации положений Доктрины информационной безопасности Российской Федерации, утвержденной Президентом Российской Федерации 9 сентября 2000 г. [1], а также требований нормативно-правовых актов в области обеспечения безопасности информационных систем и систематизации подходов к организации защиты информации [2] в МЧС России разработана и утверждена Приказом МЧС России от 7 марта 2007 г. Концепция информационной безопасности МЧС России. С целью реализации положений Концепции информационной безопасности МЧС России разработана Программа комплексной системы обеспечения безопасности информации МЧС России. В соответствии с Программой одним из приоритетных направлений развития системы информационной безопасности является создание подсистемы обеспечения информационной безопасности (ПОБИ) – автоматизированная информационно-управляющая РСЧС (АИУС РСЧС) и автоматизированная система Национального центра управления в кризисных ситуациях (АС НЦУКС).

В условиях повышенного внимания к вопросам обеспечения информационной безопасности представляются актуальными исследования в области защиты информации [3], включая разработку методов распознавания вредоносных программ (ВП) на персональных компьютерах.

В настоящее время существует три наиболее распространенных технологии работы ВП [4]:

- технология RootKit, используемая для защиты ВП от обнаружения и удаления, а также для шпионажа за пользователем;
- клавиатурные шпионы и сопутствующие им технологии скрытого слежения за пользователем;
- прочие технологии, включая методики защиты программ от удаления, программы Trojan-Downloader и Trojan-Dropper, методики обхода Firewall и слежения за сетевой активностью.

Термин «Rootkit» пришел из терминологии операционной системы (ОС) Unix, где под этим термином понимается набор утилит, устанавливаемый хакером на взломанном им компьютере (Root – системный администратор, Kit – набор программ). Это снифферы (шпионы), сканеры сети и всевозможные троянские программы. В ОС Windows в качестве Rootkit считают программу, которая внедряется в ОС и перехватывает системные функции или производит замену системных библиотек. Перехват и модификация функций интерфейса прикладного программирования (API-функций) позволяет ВП решить несколько задач [4]:

- маскировка присутствия руткита в ОС путем маскировки запущенных процессов, открытых портов, ключей реестра и файлов на диске;
- защита от обнаружения и удаления антивирусными программами, предназначенными для исследования ОС, путем блокировки модификации ключей реестра, защите файлов от открытия на чтение и удаления;
- слежение за действиями пользователя.

Условно Rootkit-технологии можно разделить на три разновидности [4]:

- работающие в режиме пользователя (UserMode) и основанные на перехвате функций библиотек пользовательского режима;
- работающие в режиме ядра (KernerMode) и основанные на перехвате функций ядра или установке драйвера-фильтра;
- работающие как в режиме пользователя, так и в режиме ядра.

В режиме пользователя (UserMode) чаще всего перехватывается 25 функций библиотек Advapi32.dll, Kernel32.dll и Ntdll.dll. В режиме ядра (KernelMode) чаще всего перехватывается 15 функций, выполняющих операции с реестром, обеспечивающих доступ к файлам и каталогам, управляющих работой процессов и выдающих информацию о файлах и каталогах.

Формальное описание системы классификации

Распознавание ВП предполагается осуществлять путем классификации файлов программ на основе двух классов: ВПи безопасная программа. Задана экспериментальная выборка объектов X (файлов). Нужно разделить выборку на непересекающиеся подмножества (кластеры) таким образом, чтобы кластеры состояли из объектов, близких по заданной метрике.

Таким образом, в качестве классификационных признаков используются 40 входных переменных, принимающих значения $[0,1]$. Это 25 переменных, учитывающих факт перехвата 25 функций библиотек в режиме UserMode и 15 переменных, учитывающих факт перехвата 15 функций в режиме KernelMode.

Вектор входных данных имеет вид: $(X_1, C_1), (X_2, C_2), \dots, (X_n, C_n)$, где $\{X_i, C_i\}$ – 40-мерный вещественный вектор, в котором компонента X_i нормализована значениями $[0, 1]$, а компонента C_i нормализована значениями $[-1, 1]$ в зависимости от того, к какому классу принадлежит элемент вектора (ВП или безопасная программа).

Класс многослойных сетей прямого распространения – машины опорных векторов (МОВ) (support vector machine – SVM) можно использовать для решения задач классификации и нелинейной регрессии [5]. МОВ – это линейная система аппроксимации метода минимизации структурного риска. МОВ может обеспечить хорошее качество обобщения в задаче классификации, не обладая априорными сведениями о предметной области конкретной задачи.

МОВ реализует бинарную классификацию, то есть разделяет множество входных данных на две части: положительные-отрицательные, свои-чужие, да-нет и т.п. Таким образом, МОВ использует метод машинного обучения, целью которого является классификация входных наборов данных в один из двух классов. Для эффективной работы метода сначала необходимо использовать обучающую выборку, состоящую из входных и выходных данных, которая необходима для построения модели МОВ, и которую в дальнейшем можно будет использовать для классификации новых данных. МОВ работает по принципу «черного ящика» и позволяет классифицировать сложные и неочевидные данные.

Алгоритм обучения МОВ находит среди элементов учебного множества точки, лежащие на границе двух подмножеств (положительного и отрицательного), и строит между этими точками разделяющую поверхность. В терминах МОВ такие точки называются опорными векторами.

Для построения модели МОВ нужно взять обучающие входные данные, отобразить их в многомерное пространство, а затем использовать регрессию, чтобы найти гиперплоскость (поверхность в n -мерном пространстве), которая разделяет n -мерное пространство на два подпространства. Найденная гиперплоскость лучше всего разделяет два класса входных данных и после обучения модели способна классифицировать новые входные данные в один из двух классов. МОВ отображает входной вектор в пространство более высокой размерности и находит разделяющую гиперплоскость с максимальным расстоянием между точками разных классов. МОВ является линейным классификатором, так как может классифицировать только линейно разделимые данные. Однако применяя нелинейное ядро, можно отобразить исходные данные в пространство большей размерности, где может существовать оптимальная разделяющая гиперплоскость. На рис. 1 представлена гиперплоскость в двумерном пространстве данных.

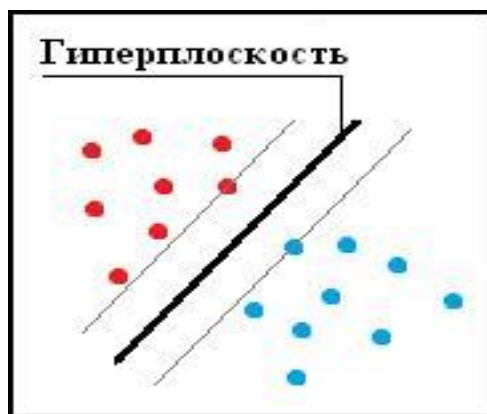


Рис. 1. Гиперплоскость в двумерном пространстве данных

Опорные векторы представляют собой подмножество обучающих данных, отбираемых алгоритмом. Алгоритмы настройки опорных векторов можно использовать для построения трех типов нейронных сетей [5]:

- полиномиальные нейронные сети;
- нейронные сети на основе базисных функций;
- двухслойные нейронные сети (с одним скрытым слоем).

Для каждой из этих сетей прямого распространения можно реализовать процесс обучения на основе алгоритма настройки опорных векторов, использующего указанный набор данных обучения для определения количества скрытых элементов.

Рассмотрим обучающее множество $\{(X_i, D_i)\}_{i=1}^N$, где X_i – входное множество, D_i – желаемый отклик (± 1). Уравнение поверхности решений в виде гиперплоскости, выполняющей классификацию (разделение) имеет вид.

$$W^T X + B = 0,$$

где X – входной вектор; W – настраиваемый вектор весов нейронной сети; B – пороговое значение. Таким образом, задачу классификации можно записать в виде системы:

$$\begin{aligned} W^T X_i + B &\geq 0 \text{ для } D_i = +1; \\ W^T X_i + B &< 0 \text{ для } D_i = -1. \end{aligned}$$

Оптимальная гиперплоскость, представляющая многомерную линейную поверхность решений в пространстве входных сигналов, может быть представлена уравнением:

$$W_o^T X + B_o = 0.$$

Тогда мера расстояния от точки X до оптимальной гиперплоскости будет равна:

$$G(X) = W_o^T X + B_o.$$

Параметры оптимальной гиперплоскости W_o и B_o могут быть найдены из решения системы:

$$\begin{aligned} W_o^T X_i + B_o &\geq 1 \text{ для } D_i = +1; \\ W_o^T X_i + B_o &< -1 \text{ для } D_i = -1. \end{aligned}$$

Множество данных $\{X_i, D_i\}$, для которых указанные неравенства выполняются со знаком равенства, называются опорными векторами.

Алгебраическое расстояние от опорного вектора X до оптимальной гиперплоскости равно:

$$R = G(X) / \|W_0\|.$$

Тогда оптимальное значение границы разделения между двумя классами, подвергаемыми классификации, равно:

$$\rho = 2 * R = 2 / \|W_0\|.$$

Задача построения оптимальной гиперплоскости может быть сведена к задаче минимизации величины $\|W_0\|$ при условии:

$$D_i * (W * X_i - B) \geq 1.$$

Это задача квадратичной оптимизации, которая по теореме Куна-Таккера эквивалентна задаче поиска седловой точки функции Лагранжа [6]:

$$L(W, B, \lambda) = (1/2) * \|W_0\|^2 - \sum_{i=1}^n \lambda_i * [D_i * (W * X_i) - B] - 1 \rightarrow \min(W, B), \max(\lambda).$$

Здесь λ – вектор двойственных переменных. Величины W и B можно найти по формулам:

$$W = \sum_{i=1}^n \lambda_i * D_i * X_i; B = W * X_i - D_i; \lambda_i > 0.$$

В результате алгоритм классификации будет иметь следующий вид:

$$\alpha(X) = \text{sign} [\sum_{i=1}^n \lambda_i * D_i * X_i * X - B],$$

где суммирование идет только по опорным векторам, для которых $\lambda_i \neq 0$.

Система уравнений МОВ содержит только скалярные произведения координат элементов входных векторов. В исходном пространстве множество входных данных может быть линейно-неразделимым. Путем замены каждого скалярного произведения на некоторую функцию (ядро) можно перевести решение задачи классификации в пространство с другими измерениями. В этом пространстве множество входных данных может быть линейно-разделимым. На рис. 2 представлен набор входных данных в пространствах различной размерности.

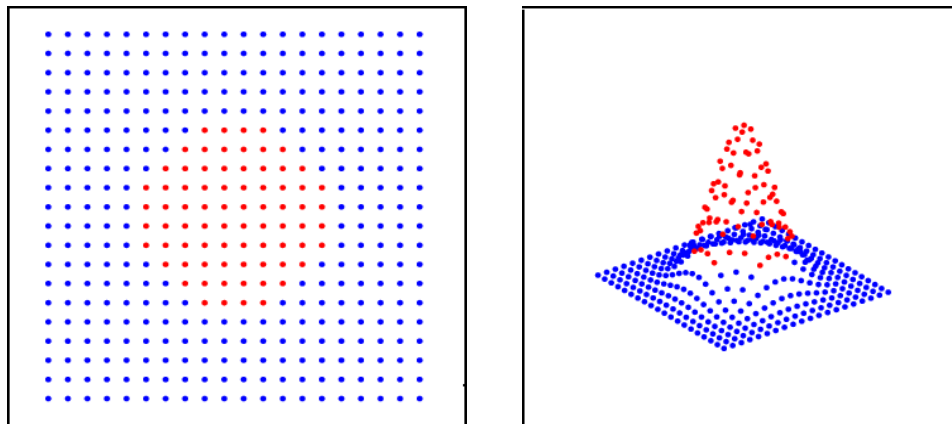


Рис. 2. Линейно-неразделимый в двумерном пространстве и линейно-разделимый в трехмерном пространстве набор данных

Для построения оптимальной гиперплоскости в пространстве признаков можно использовать понятие ядра скалярного произведения: $K(X_i, X)$. Для трех типов нейронных сетей, упомянутых выше, ядро скалярного произведения равно:

– полиномиальные нейронные сети:

$$K(X_i, X) = (X^T X_i + 1)^p,$$

где степень p – задается пользователем;

– нейронные сети на основе базисных функций:

$$K(X_i, X) = \exp[-(1/2\sigma^2)\|X - X_i\|^2],$$

где σ^2 – задается пользователем;

– двухслойные нейронные сети (с одним скрытым слоем):

$$K(X_i, X) = \tanh[\beta_0 X^T X_i + \beta_1],$$

где β_0 и β_1 задаются пользователем.

МОВ может быть реализована в виде двухслойной искусственной нейронной сети, схема которой представлена на рис. 3.

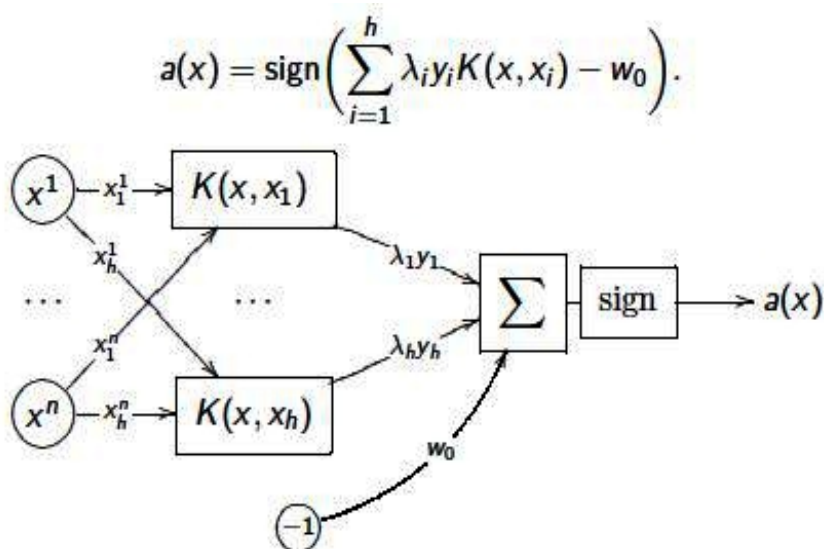


Рис. 3. Схема МОВ как двухслойной нейронной сети

В работе представлено формальное описание системы классификации программного обеспечения с целью выявления вредоносных компьютерных программ. В рамках формального описания произведена постановка задачи и намечены пути ее решения. Классификацию программного обеспечения предлагается производить с помощью искусственных нейронных сетей, а именно класса многослойных сетей прямого распространения, называемого машиной опорных векторов (support vector machine – SVM). SVM производит бинарную классификацию и обеспечивает возможность работы системы классификации по принципу «черного ящика», что позволяет классифицировать сложные и неочевидные данные.

Представленные результаты формального описания системы классификации с использованием искусственной нейронной сети прямого распространения (машины опорных векторов) могут являться основой для последующей разработки компьютерной модели системы классификации программного обеспечения.

Литература

1. Доктрина информационной безопасности России: проект Совета Безопасности Российской Федерации. URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/6/135.html> (дата обращения: 14.05.2017).
2. Гостехкомиссия России. Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации (СТР-К): руководящий документ. М., 2001.
3. Лабинский А.Ю., Ильин А.В. Фракталы и защита информации // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1.
4. Фролов А., Фролов Г. Защита от компьютерных вирусов // ВУТЕ Россия. 2002. № 9.
5. Вьюгин В.Н. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. М.: МЦМНО, 2014.
6. Соболев Б.В., Месхи Б.Ч., Каныгин Г.И. Методы оптимизации. Ростов: Феникс, 2009.

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

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

С целью совершенствования управления пожарной безопасностью административных зданий рассмотрен алгоритм моделирования процесса оценки индивидуального пожарного риска, основанный на автоматизации определения основных расчетных величин. Применение разработанного алгоритма позволит облегчить процедуру оценки пожарного риска административного здания и разработки научно-обоснованных рекомендаций по улучшению состояния пожарной безопасности объекта защиты.

Ключевые слова: управление пожарной безопасностью, индивидуальный пожарный риск, процесс оценки пожарного риска

ON THE QUESTION OF EVALUATING THE FIRE RISK OF ADMINISTRATIVE BUILDINGS

E.S. Kalinina; A.O. Kamenev.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In order to improve the management of fire safety of administrative buildings, an algorithm for modeling the process of assessing individual fire risk, based on the automation of determining of basic calculated values. The application of the developed algorithm will make it easier to assess the fire risk of the administrative building and develop scientifically grounded recommendations for improving the fire safety of the protection facility.

Keywords: management of fire safety, individual fire risk, process of assessing fire risk

Внедрение системы комплексной профилактики нарушений обязательных требований, системы оценки рисков и управления ими при осуществлении контрольно-надзорной деятельности, относится к одному из приоритетных направлений деятельности Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Согласно стратегии развития Министерства Российской Федерации по делам

гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) до 2030 г., необходимо внедрить новый принцип перехода от оперативного реагирования к управлению рисками [1]. Таким образом, вопросы разработки новых подходов к оценке, прогнозированию и контролю пожарных рисков приобретают все более актуальный характер.

Общепринятой характеристикой уровня пожарной безопасности административных зданий в России является величина индивидуального пожарного риска – «риска, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара» [2]. Административные и общественные здания в связи с широким использованием полимерных строительных и отделочных материалов характеризуются особой пожарной опасностью.

С целью совершенствования управления пожарной безопасностью административных зданий, был разработан алгоритм моделирования процесса оценки индивидуального пожарного риска. Разработанный алгоритм реализует основные положения Постановления Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [3] и Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Методика), утвержденной Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [4].

Основные этапы алгоритма моделирования процесса оценки индивидуального пожарного риска административного здания представлены на рис. 1.

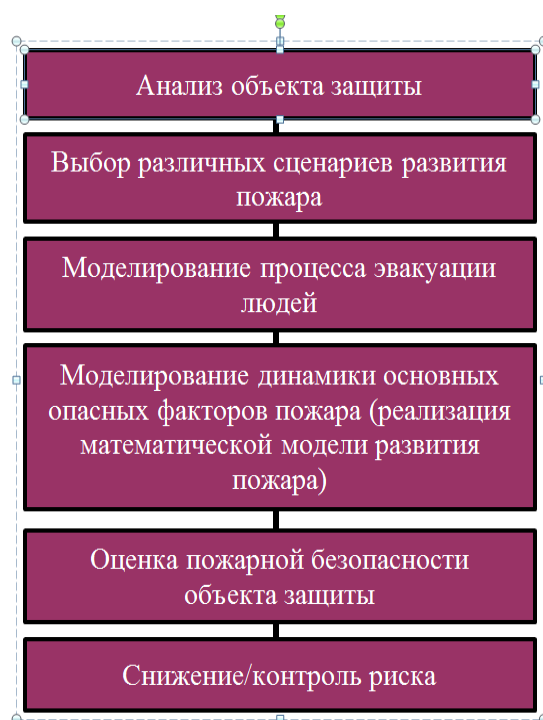


Рис. 1. Алгоритм моделирования процесса оценки пожарного риска административного здания

На начальном этапе «Анализ объекта защиты» необходимо:

- определить объект защиты, его тип, дать общее описание;
- описать причины и проблемы, которые вызвали необходимость проведения оценки пожарной безопасности, поставить цель оценки;
- провести общий анализ пожарной опасности объекта.

Второй этап «Выбор различных сценариев развития пожара» проводится на основании экспертного опроса с учетом специфики объекта защиты и рекомендаций Методики [4].

На третьем этапе «Моделирование процесса эвакуации людей», в соответствии с выбранной моделью, необходимо рассчитать время эвакуации для каждого сценария развития пожара. В зависимости от особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента находящихся в нем людей, Методика [4] предлагает использование упрощенно-аналитической модели движения людского потока, математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания или имитационно-стохастической модели.

В процедуре оценки пожарного риска одним из ключевых этапов является определение времени блокирования путей эвакуации путем расчета времени достижения опасными факторами пожара предельно допустимых для людей значений (четвертый этап алгоритма). При этом могут использоваться следующие математические модели: интегральная, зонная (зональная), полевая [4]. На сегодняшний день существует множество специализированных программных продуктов, реализующих указанные модели. Различие моделей заключается в разном уровне детализации термогазодинамической картины пожара.

На пятом этапе «Оценка пожарной безопасности объекта защиты» с целью дальнейшей автоматизации расчетов завершающая процедура оценки пожарного риска административного здания была программно реализована. Выполнение пятого этапа алгоритма предусматривает:

- ввод исходных данных в программу «Оценка и расчет пожарного риска административного здания»;
- получение результата (расчетной величины индивидуального пожарного риска административного здания);
- принятие решения по допустимости риска.

Программа «Оценка и расчет пожарного риска административного здания» разработана на языке программирования C# в среде Visual Studio.NET (рис. 2). Программа использует комплексный подход к оценке безопасности, учитывает особенности исходных данных, позволяет автоматизировать расчет пожарного риска любого административного здания (за исключением строений, относящихся к классам функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4).

The screenshot shows a software application window titled "Оценка и расчет пожарного риска административного здания". The interface is divided into several sections:

- Исходные данные:** A section on the left with input fields for:
 - Частота возникновения пожара в здании в течение года:
 - Время нахождения людей в здании, часы:
 - Расчетное время эвакуации людей, мин:
 - Время начала эвакуации, мин:
 - Время блокирования эвакуационных путей, мин:
 - Время существования скоплений людей, мин:
- Соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов:** A section with three radio buttons:
 - здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов
 - оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов
 - другое
- Соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов:** A section with three radio buttons:
 - здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов
 - оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов
 - другое
- Соответствие системы АУПТ требованиям нормативных документов:** A section with three radio buttons:
 - здание оборудовано системой АУПТ, соответствующей требованиям нормативных документов
 - оборудование здания системой АУПТ не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов
 - другое
- Соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов:** A section with three radio buttons:
 - здание оборудовано системой противоподымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов
 - оборудование здания системой противоподымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов
 - другое
- Table:** A table on the right with columns "№" and "Qв, год⁻¹".
- Buttons:** "Рассчитать Qв", "Занести в таблицу", "Найти Qв максимальное", "Отчистить таблицу", "Сброс".
- Output fields:** "Qв(max)" and "Qв" with units "год⁻¹".

Рис. 2. Интерфейс программного обеспечения

Исходными данными для программы являются параметры, полученные на предыдущих этапах алгоритма:

- частота возникновения пожара в здании в течение года $Q_{п,i}$;
- время нахождения людей в здании;
- расчетное время эвакуации людей;
- время начала эвакуации;
- время блокирования эвакуационных путей;
- время существования скоплений людей.

Так же при вводе исходных данных пользователю необходимо указать метки соответствия определенной системы противопожарной защиты требованиям нормативной документации (рис. 2).

Программа автоматизирует определение следующих основных расчетных величин при оценке пожарного риска для i сценария развития пожара:

- вероятность присутствия людей в помещении $P_{пр,i}$;
- вероятность эвакуации людей $P_{э,i}$;
- коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности $K_{п.з,i}$;
- коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности $K_{ап,i}$.

Результатом работы программы является расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B , определяемая по формуле [4]:

$$Q_B = \max \{ Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N} \},$$

где $Q_{B,i}$ – величина индивидуального пожарного риска для i сценария пожара [4]:

$$Q_{B,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ап,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{п.з,i}).$$

Принятие решения по допустимости риска принимается на основании сравнения полученной расчетной величины Q_B с нормативным значением:

$$Q_B \leq Q_B^H,$$

где нормативное значение пожарного риска для зданий и сооружений Q_B^H не должно превышать значение одной миллионной в год, что определено ст. 79 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2].

На заключительном, шестом этапе «Снижение/контроль риска», с помощью программы «Оценка и расчет пожарного риска административного здания» осуществляется выявление и исследование факторов, влияющих на значение индивидуального пожарного риска в здании и, как следствие, разработка рекомендаций, позволяющих обеспечить пожарную безопасность объекта.

В качестве примера рассмотрим применение рассмотренного алгоритма для оценки индивидуального пожарного риска административного здания высшего учебного заведения (функциональный класс пожарной опасности Ф4.2).

На первом этапе, при анализе документов, характеризующих пожарную опасность объекта защиты, существенных нарушений требований пожарной безопасности не установлено.

При реализации второго этапа алгоритма на основании экспертного опроса были выбраны два сценария пожара, соответствующие наиболее удаленным от эвакуационных выходов очагам возникновения пожара. Первый сценарий предусматривал возгорание журнала учета использования вычислительной техники в аудитории «А»; второй сценарий предполагал возгорание вследствие короткого замыкания сетевого фильтра, в аудитории «Б».

С учетом того, что основной контингент высших учебных заведений представлен обучающимися и преподавателями (является однородным), а также с учетом особенностей объемно-планировочных характеристик объекта защиты, на третьем этапе при моделировании процесса эвакуации для двух рассматриваемых сценариев была выбрана упрощенно-аналитическая модель движения людского потока, не требующая учета индивидуальных особенностей отдельного человека. Упрощенно-аналитическая модель включает в себя основные расчетные зависимости между параметрами и закономерностями движения людских потоков [4]. Ее применение предполагает разбиение путей движения людей на участки, к которым относятся коридоры, проходы, дверные проемы, лестничные марши, тамбуры.

На третьем этапе моделирование динамики опасных факторов пожара для двух сценариев осуществлялось на основе интегральной математической модели [5], применимой для помещений малого объема простейшей геометрической конфигурации, к которым относятся учебные аудитории вузов.

Исходные данные для программы «Оценка и расчет пожарного риска административного здания», полученные в ходе реализации первых этапов алгоритма, представлены в таблице.

Таблица. Исходные данные для программы

Величина	Математическое обозначение	Значение величины	
		сценарий 1	сценарий 2
Частота возникновения пожара в здании в течение года	$Q_{п,i}$	0,04	
Время нахождения людей в здании	$t_{функц,i}$, ч	12	8
Расчетное время эвакуации людей	$t_{рас,i}$, мин	2,578	3,6485
Время начала эвакуации	$t_{нэ,i}$, мин	3,0	
Время блокирования эвакуационных путей	$t_{блок,i}$, мин	7,0	7,7
Время существования скоплений людей	$t_{скоп,i}$, мин	0	
Соответствие системы установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов	$K_{ап,i}$	другое	
Соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов	$K_{обн,i}$	здание оборудовано пожарной сигнализацией, соответствующей требованиям нормативных документов	
Соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов	$K_{соуэ,i}$	здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	
Соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов	$K_{пдз,i}$	другое	

На пятом этапе, в результате работы программы, получены следующие значения величины индивидуального пожарного риска соответственно для первого и второго сценариев развития пожара:

$$Q_{B,1} = 0,0000072, \text{ год}^{-1}; \quad Q_{B,2} = 0,000786, \text{ год}^{-1}.$$

Итоговое значение пожарного риска для здания составило (рис. 3):

$$Q_B = \max \{Q_{B,1}, Q_{B,2}\} = 0,000786, \text{ год}^{-1}.$$

Таким образом, установлено, что индивидуальный пожарный риск административного здания превышает значение нормативной величины в несколько раз (рис. 3). Полученный результат свидетельствует о необходимости разработки и принятия мер по снижению риска объекта защиты.

Оценка и расчет пожарного риска административного здания

Исходные данные:

Частота возникновения пожара в здании в течение года:

Время нахождения людей в здании, часы:

Расчетное время эвакуации людей, мин:

Время начала эвакуации, мин:

Время блокирования эвакуационных путей, мин:

Время существования скопления людей, мин:

Соответствие системы АУПТ требованиям нормативных документов

☐ здание оборудовано системой АУПТ, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой АУПТ не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☒ другое

Соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Соответствие системы противоподымной защиты требованиям нормативных документов

☐ здание оборудовано системой противоподымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой противоподымной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☒ другое

№	$Q_{B, \text{год}^{-1}}$
1	7,2E-06
2	0,000785618399999999

Занести в таблицу

Найти Q_B максимальное

Очистить таблицу

$Q_B(\text{max})$ год^{-1}

Q_B^H год^{-1}

Рассчитать Q_B

Q_B год^{-1}

Сброс

Рис. 3. Сравнение полученной величины пожарного риска с нормативной величиной

На шестом этапе алгоритма предложен комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий к снижению пожарного риска, в частности, по обеспечению соответствия систем установок автоматического пожаротушения и противоподымной защиты требованиям нормативных документов. Проверка эффективности разработанных рекомендаций по улучшению пожарной безопасности с помощью программы «Оценка и расчет пожарного риска административного здания» показала, что в случае их реализации, значение индивидуального пожарного риска будет соответствовать норме (рис. 4).

Таким образом, разработанный алгоритм дает возможность не только оценить пожарную безопасность объекта в целом, но и выявить, в каких направлениях работа, проводимая по снижению величины индивидуального пожарного риска, недостаточна, а также выработать научно-обоснованные рекомендации по повышению уровня пожарной безопасности административного здания, то есть обеспечивает управление пожарным риском.

Оценка и расчет пожарного риска административного здания

Исходные данные:

Частота возникновения пожара в здании в течение года:

Время нахождения людей в здании, часы:

Расчетное время эвакуации людей, мин:

Время начала эвакуации, мин:

Время блокирования эвакуационных путей, мин:

Время существования скопления людей, мин:

Соответствие системы АУПТ требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой АУПТ, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой АУПТ не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Соответствие системы противопожарной защиты требованиям нормативных документов

☒ здание оборудовано системой противопожарной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов

☐ оборудование здания системой противопожарной защиты не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов

☐ другое

Рассчитать Q_в

Q_в год⁻¹

№	Q _в год ⁻¹
1	1,296E-07
2	1,08E-07

Занести в таблицу

Найти Q_в максимальное

Очистить таблицу

Q_в(max) год⁻¹

Q_в год⁻¹

Сброс

Рис. 4. Расчет пожарного риска при выполнении рекомендаций по улучшению пожарной безопасности

Кроме того, применение рассмотренного алгоритма в учебном процессе вузов пожарно-спасательного профиля позволит реализовать принципы интеграции информационных и педагогических технологий, рассмотренные, к примеру, в работах [6, 7], развить технологии контекстного обучения [8], преодолеть барьеры в педагогическом взаимодействии, связанные с использованием сложных математических методов при решении профессиональных задач управления рисками [9] и, тем самым, повысить уровень подготовки будущих специалистов МЧС России к принятию эффективных решений в области пожарной безопасности.

Литература

1. Пучков В.А. О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10. № 1. С. 7.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. 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.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (с изм. от 12 дек. 2011 г. и 2 дек. 2015 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие. М.: Акад. ГПС МВД России, 2000. 118 с.
6. Власов Д.А. Интеграция информационных и педагогических технологий в системе прикладной математической подготовки будущего специалиста // Сибирский педагогический журнал. 2009. № 2. С. 109–117.
7. Власов Д.А., Синчуков А.В. Интеграция информационных и педагогических технологий в системе математической подготовки бакалавра экономики: опыт Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии: материалы Междунар. конгресса. 2016. С. 243–247.
8. Пушкина В.П., Сайфудинова А.В., Черняк Т.А. Технология контекстного обучения (КТО) // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2012. Т. 2. С. 95–96.
9. Селеменова Т.А., Крюкова М.С. О видах барьеров в педагогическом взаимодействии // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2015. № 2. С. 170–173.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И ЕГО ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;
С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрена практика использования результатов аналитико-оценочных задач с графическим представлением их в виде гиперповерхности и рассмотрены недостатки данного подхода. Предлагается графо-аналитическое представление значений базовых составляющих комплексного показателя технического уровня, позволяющее повысить объективность выбора лучшей разработки.

Ключевые слова: аппроксимация, гиперповерхность, комплексный показатель технического уровня

JUSTIFICATION THE DIMENSION OF THE COMPLEX INDICATOR OF A TECHNOLOGICAL LEVEL AND ITS GRAPHICAL REPRESENTATION

I.L. Skripnik; S.V. Voronin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discussed the practice of using the results of analytical and evaluative tasks, with graphical representation in the form of hypersurface and the shortcomings of this approach. Offered graphic-analytical representation of the values of basic components of the integrated index of technological level, which allows to increase objectivity of selection of the best design.

Keywords: approximation, hypersurface, composite index technical level

Существующая практика формализованного представления решения аналитико-оценочных задач предполагает использование достаточно широкого набора приемов и способов представления результатов расчетов, начиная от целочисленных форм до их графической интерпретации в виде номограмм, диаграмм, гистограмм т.д. Представление конечных результатов в виде числа не всегда позволяет лицу, принимающему решение (ЛПР), достоверно сделать правильное заключение, потому что за целым числом не видно чем обеспечивается то или иное значение комплексного показателя, поскольку при комбинаторном сочетании базовых составляющих те из них, которые имеют низкие значения, могут компенсировать базовые составляющие с высокими значениями. Практика пользования результатами аналитико-оценочных задач показывает, что наиболее приемлемой формой интерпретации результатов является та, которая совмещает численные значения с их графическим представлением в заданном масштабе [1].

В качестве графического представления рекомендуют использовать гиперповерхности. Для этого составляют перечень изделий-аналогов, из числа которых методом попарного сравнения выбирают базовые образцы. Затем совокупности значений оценочных показателей

базовых образцов ($x_1, x_2, \dots, x_n$) ставят в соответствие точку в n -мерном пространстве. В пространстве показателей по всем точкам строят аппроксимационную поверхность. Коэффициенты данной поверхности вычисляются методом наименьших квадратов, то есть задают такую поверхность, сумма квадратов отклонений от которой всех точек, соответствующих базовым образцам, является минимальной. Для каждого базового образца вычисляют отклонение соответствующей ему точки X в пространстве показателей от аппроксимационной поверхности. Среди вычисленных отклонений находятся минимальное и максимальное отклонение, и через эти точки проводятся поверхности, аналогичные аппроксимационной. При этом если точка, соответствующая разрабатываемому (оцениваемому) образцу, выходит за верхнюю границу построенной области, то образец превосходит задаваемый уровень, если лежит в области, то соответствует этому уровню, если выходит за нижнюю границу данной области, то уступает уровню.

Данному подходу присущи следующие недостатки:

- неоднозначность выбора вида аппроксимирующей функции;
- сложность нахождения коэффициентов аппроксимационной поверхности при числе рассматриваемых показателей больше трех;
- отсутствие четкой количественной градации сравнения оцениваемого образца и базовых образцов;
- невозможность использования для оценки гипотетического образца;
- привлечение средств вычислительной техники со сложным программным обеспечением.

Сложность такого графического представления и устранение выше перечисленных недостатков предполагает нахождение более доступного, легкого и наглядного графического представления значений базовых составляющих комплексного показателя технического уровня (КПТУ) [2].

Поэтому предлагается:

- обозначить базовые составляющие показателя технического уровня (ТУ) посредством совокупности символов $\{1;2;3;4;5;6\}$;
- провести шесть сходящихся лучей $\{p_1;p_2;p_3;p_4;p_5;p_6\}$ и на них построить правильный шестиугольник, а все лучи пронумеровать в порядке заданной совокупности символов $\{p_i\}$, $i=\overline{1,6}$.

Задаваясь условием нормировки от 0 до 1, все численные значения $\{p_i\}$ можно представить в ограниченном масштабе, который откладывается на соответствующих лучах.

Выбор альтернатив может осуществляться путем сравнения значений базовых составляющих ТУ разрабатываемых изделий со значениями базовых составляющих некоторого аналога, которым может быть:

а) изделие – аналог, лучшее из реально существующих в пространстве, ограниченном конкретным пользователем;

б) «идеальное» изделие, лучшее в мире из реально существующих или гипотетическое.

Для случая б все значения $\{p_i\}$ можно принять равным 1. Тогда косвенно ТУ «идеального» изделия, при условии равенства по значимости базовых составляющих, можно определить площадью правильного шестиугольника (a,b,c,d,e,f) .

Очевидно, что для случая сравнения между собой а и б будет справедливо соотношение:

$$\delta_i = \frac{P_{ian}}{P_{iин}}$$

где P_{ian} – значение i базовой составляющей изделия-аналога, лучшего из реально существующих в пространстве, ограниченном конкретным пользователем; $P_{iин}$ – значение i базовой составляющей «идеального» изделия.

При условии, что всегда $P_{ian} < P_{iин}$, получится некоторая геометрическая фигура, вписанная в шестиугольник (a,b,c,d,e,f) , например (a',b',c',d',e',f') .

Для значений базовых составляющих проектируемого изделия будет иметь место многоугольник (a'',b'',c'',d'',e'',f''). Тогда соотношение площадей:

$$K = \frac{S_{пр}}{S_{ан(ин)}} \quad (1)$$

является некоторым объективным относительным показателем ТУ.

Другими словами, чем ближе площадь многоугольника, ограниченного значениями базовых составляющих проектируемого изделия к площади многоугольника изделия-аналога или «идеального» изделия, тем ближе ТУ проектируемого изделия к мировому стандарту, теоретически достижимому в данных условиях качества.

Наглядность диаграммы позволяет получить представление о месте проектируемого изделия по отношению к аналогам как в целом, так и по отдельным базовым составляющим.

Из выражения (1) следует комбинаторное многообразие:

$K \ll 1$ – проектируемое изделие много хуже аналога;

$K < 1$ – проектируемое изделие хуже аналога;

$K \approx 1$ – проектируемое изделие на уровне аналога.

$K > 1$ – превышает аналог;

$K \gg 1$ – намного превышает аналог.

Таким образом, с помощью графо-аналитического представления ЛПР определяет место разрабатываемого изделия относительно выбранных аналогов, расставляет приоритеты базовым составляющим ТУ, исходя из задаваемых критериев, выбирает лучший образец из представленных разработчиками.

Однако такой подход возможен при одинаковой значимости базовых составляющих, на практике же они имеют разный вес.

Поэтому необходимо каждой базовой составляющей с помощью экспертного опроса специалистов в данной предметной области назначить коэффициенты весомости. Тогда КПТУ разрабатываемого изделия будет находиться как средневзвешенное гармоническое и рассчитывается по формуле:

$$КПТУ = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{K_i}}$$

Значение КПТУ может лежать в следующих пределах и, как вариант, иметь следующую шкалу оценок:

$КПТУ = 1,0 \div 0,80$ – весьма перспективный образец;

$КПТУ = 0,79 \div 0,60$ – перспективный образец;

$КПТУ = 0,59 \div 0,40$ – малоперспективный образец;

$КПТУ = 0,39 \div 0,20$ – неперспективный образец.

Данные интервалы значений КПТУ получены при условии, что идеальный образец имеет КПТУ, равное 1.

При этом ЛПР при сравнении альтернатив (опытных образцов), а также разрабатываемого образца с гипотетическим, будет принято решение на основании аналитического расчета КПТУ по формуле (1). Графическое представление значений базовых составляющих разрабатываемых образцов и изделий-аналогов выступает в качестве дополнительной наглядной информации для ЛПР. Кроме того, предлагаемый способ графического представления значений базовых составляющих разрабатываемого изделия поможет заказчику более объективно выбрать коэффициенты весомости базовым составляющим.

Выводы

1. Анализ методологии сравнительной оценки образцов пожарной техники, предполагающей функциональный, паритетный и технический аспекты, а также условия решаемой задачи, заключающиеся в оценке ТУ образцов, показывает наличие реальных характеристик, на основе которых заказчик имеет возможность выбирать лучший образец из разработок, предлагаемых на конкурсной основе.

2. В качестве характеристик, позволяющих в реальных условиях конкурсного размещения заказов оценить ТУ новых разработок, предлагается использовать:

- качество разработки образцов пожарной техники;
- новизну технических решений;
- функциональную организованность разработки образцов;
- конструктивную организованность образцов;
- уровень технологии производства образцов;
- надежность образцов.

Данная совокупность характеристик позволит заказчику всестороннее оценить предлагаемую разработку с учетом динамики жизненного цикла образцов пожарной техники. Это отличает предлагаемый подход оценки ТУ от известных из практики деятельности заказчика и из других предметных областей.

3. Расчет КПТУ, ориентированного на аналитическое представление выбранных базовых составляющих, целесообразно осуществлять на основе средневзвешенной оценки, поскольку явной зависимости КПТУ от этих составляющих нет и они имеют разную физическую природу. Для выбора вида средневзвешенной оценки использован критерий чувствительности КПТУ от изменения оценки численных значений базовых составляющих. Наиболее чувствительной из известных оценок является средневзвешенная гармоническая. С учетом необходимых ограничений целесообразно КПТУ рассчитывать по методу «идеального центра».

4. Для наглядности результатов реализации расчетной процедуры оценки ТУ, целесообразен графо-аналитический способ представления значений базовых составляющих, позволяющий ЛПР в условиях многоальтернативности повысить объективность выбора лучшей разработки, с учетом расстановки приоритетов, исходя из задаваемых критериев.

5. Предложенный состав базовых составляющих, расчетная процедура оценки КПТУ и его графо-аналитическое представление позволяют изобразить структурную модель разработки образцов пожарной техники, так как это показано на рисунке.

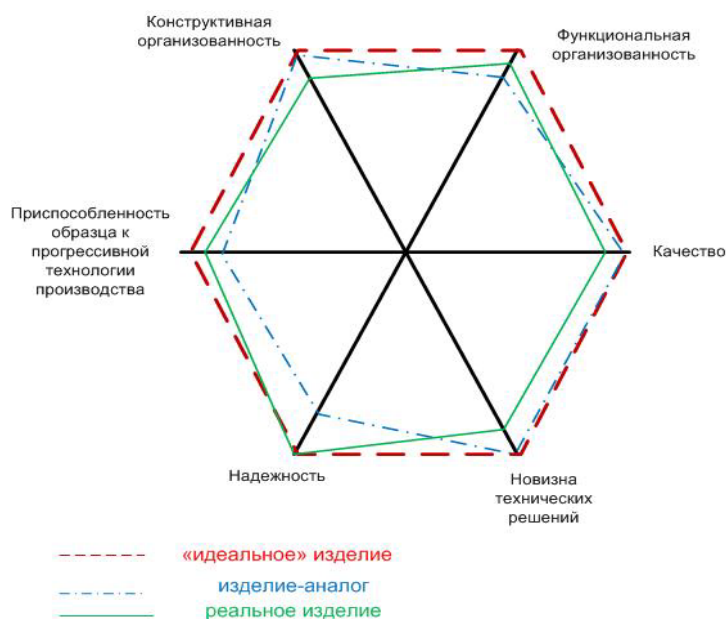


Рис. Графическое представление базовых составляющих КПТУ

Литература

1. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Подход к выбору инвариантных технических решений в совершенствовании изделий пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 220–222.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные подходы повышения эффективности разработок образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 224–226.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОМЕРА ТОНКОГО ДИСКА

А.В. Шарков, доктор технических наук, профессор;

В.А. Кораблев, кандидат технических наук, доцент.

**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики.**

А.С. Некрасов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Целью исследования является определение параметров конструкции датчика теплового потока. Исследование включает в себя расчет и выбор подходящих материалов и геометрических размеров чувствительного элемента. Оценка проведена аналитическим способом и с помощью среды для компьютерного моделирования физических задач.

Ключевые слова: тепловой поток, измерение, датчик теплового потока, моделирование

SELECTION OF THE PARAMETERS OF A THIN DISK HEAT METER

A.V. Sharkov; V.A. Korablev. Saint-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics.

A.S. Nekrasov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The aim of investigation the paper below deals with is determination of the parameters of the heat flux sensor structure. The research includes the calculation and selection of suitable materials and the geometric dimensions of the sensor element. Estimation of the analytical method and produced by an interactive environment for modeling and simulating scientific and engineering problems.

Keywords: thermal flux, heat flux measurement, heat flux gauge, modeling

Важнейшей задачей при ликвидации пожаров является сохранение жизни и здоровья пожарных. Одним из поражающих факторов пожара является высокоинтенсивный тепловой поток. Современная отечественная и международная нормативная документация в области метрологии регламентирует проведение испытаний защитных костюмов пожарных при тепловых потоках плотностью до 50 кВт/м^2 и выше [1, 2].

Выбор параметров датчика теплового потока должен начинаться с формулировки технических условий, при которых предполагается его работа. Результатом решения рассматриваемой задачи должно быть устройство, которое должно обеспечивать стабильную работу при следующих условиях:

- температура окружающей среды $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- давление окружающей среды от 10^4 до 10^6 Па .

При этом устройство, работая в таких условиях, должно обеспечивать следующие характеристики:

- максимальный тепловой поток 50 кВт/м²;
- временная постоянная датчика 0,1 с;
- время работы при температуре 500 °С не менее 15 мин;
- механическая прочность чувствительного элемента.

Принцип работы датчика теплового потока основан на измерении разности температур между центром и периферией диска, который является средним звеном в дифференциальной термопаре. Подробно конструкция датчика описана в работе [2].

Важнейшие характеристики датчика теплового потока: величина сигнала, чувствительность, диапазон измеряемых потоков, ресурс, стабильность и другие зависят в первую очередь от свойств материалов, образующих дифференциальную термопару чувствительного элемента. При выборе материалов для датчика, помимо физической возможности обеспечения требуемых характеристик, необходимо также учитывать возможности промышленности и ассортимент производимых термоэлектродных сплавов и металлов. Принципиально для создания диска чувствительного элемента и контактных проводов к нему можно использовать любые разные металлы и сплавы, однако целесообразнее выбор ограничить перечнем определенных термоэлектрических металлов и сплавов, которые широко распространены в измерительной технике и доступны к применению в виде необходимого проката проволоки и фольги.

Термоэлектродвижущая сила (ТЭДС) пары термоэлектродных металлов или сплавов, выбранных для создания датчика, должна быть достаточно большой для того, чтобы ее можно было измерить с необходимой точностью. Функция ТЭДС от температуры должна быть непрерывной и однозначной. Желательно, чтобы эта функция была линейной в исследуемом диапазоне потоков и температур, в противном случае придется вводить поправку на нелинейность на этапе обработки сигнала.

Температура плавления материалов датчика должна быть выше температуры, при которой планируется эксплуатация устройства. Минимальная разница должна быть 50–150 °С или более, если при высокой температуре, например, нарушаются требуемые прочностные характеристики или интенсифицируется взаимодействие с окружающей средой.

Материалы, из которых будет изготовлен датчик, должны обладать коррозионной стойкостью в тех средах, в которых будет эксплуатироваться прибор. Незащищенные металлы и сплавы не всегда могут обеспечить достаточную стойкость, поэтому их стремятся защищать различными способами. Защита от коррозии также может повлиять на некоторые характеристики датчика, это обязательно нужно учитывать.

Выбранные материалы должны быть с воспроизводимыми и однородными свойствами и характеристиками, особенно, если речь идет о проектировании серийного устройства. Эти свойства и характеристики также должны быть стабильны при эксплуатации и градуировке.

Также выбранные материалы для изготовления датчика теплового потока должны обеспечивать оптимальные характеристики с точки зрения теплового режима чувствительного элемента, так как характеристики датчика зависят от теплофизических свойств каждого его элемента.

Как видно из выражения:

$$\tau(T) = 0,6 \frac{R^2 c \rho}{\lambda(T)},$$

где R , м – радиус диска чувствительного элемента, λ , Вт/(м·К); c , Дж/(кг·К); ρ , (кг/м³) – теплопроводность, теплоемкость и плотность материала диска соответственно; временная постоянная датчика τ прямо пропорциональна квадрату радиуса диска и обратно пропорциональна теплопроводности материала диска [2].

ТЭДС прямо пропорциональна перепаду температур между центром и периферией диска и определяется из выражения:

$$E = \alpha \frac{qR^2}{4\lambda(T)\delta},$$

где α , мкВ/К – термоэлектрическая способность пары (или коэффициент ТЭДС); q , Вт/м² – плотность теплового потока, поглощенного диском чувствительного элемента; δ , м – толщина мембраны [1].

Таким образом, можно получить выражение, связывающее ТЭДС и временную постоянную:

$$\frac{\tau}{E} = 2,4 \frac{c\rho\delta}{\alpha q}. \quad (1)$$

Данное выражение можно использовать как опорный критерий диска чувствительного элемента. Чем меньше значение отношения $\frac{\tau}{E}$, тем быстрее будет срабатывать датчик при большей ТЭДС.

Наиболее распространенные термоэлектрическими пары [3] представлены в таблице.

Таблица

Тип термопары	Букв. обозн. НСХ	Предел измеряемых температур			Чувствительность
		нижний	верхний	кратковременно	
Медь-константановая	T	-200	350	400	40–60
Хромель-копелевая	L	-200	600	800	64–88
Хромель-константановая	E	-200	700	900	59-81
Железо-константановая	J	-200	750	900	50–64
Хромель-алюмелевая	K	-200	1 200	1 300	35–42
Нихросил-нисилловая	N	-270	1 200	1 300	26–36
Платинородий-платиновая	R, S	0	1 300	1 600	10–14
Платинородий-платинородиевая	B	600	1 700	–	8–12
Вольфрамрений-вольфрамрениевая	–	0	2 200	2 500	–

Наиболее предпочтительные, исходя из чувствительности и пределов измерения, пары типа L, E, J, K.

Термопары типа L и E обладают исключительной высокой термоэлектрической стабильностью при температурах до 600 °С. Недостатком считается высокая чувствительность к деформации.

Недостатком термопары типа J является наличие паразитных ЭДС из-за неоднородности железа, что снижает точность измерений по сравнению с термопарой типа T примерно вдвое.

Термопара типа К – наиболее распространенная в научных исследованиях и промышленности термопара. Имеет практически линейную термоэлектрическую характеристику. К недостаткам можно отнести высокую чувствительность к деформации и обратимую нестабильность ТЭДС, затрудняющую производство точных измерений [3].

Наиболее широкий ассортимент проката фольги среди термоэлектрических материалов для термопар типа L, E, K представлен для копеля и константана, соответственно один из этих сплавов стоит выбрать для диска чувствительного элемента. Провод чувствительного элемента и теплоемкий сердечник, соответственно, должны быть изготовлены из хромеля, так как этот сплав является положительным электродом к копелю и константану и прокат проволоки из него доступен в широком ассортименте.

После выбора материалов для чувствительного элемента необходимо выбрать его геометрические размеры. Из выражения (1) очевидно, что толщина диска чувствительного диска должна быть минимальной. Промышленные предприятия предлагают фольгу из константана и копеля толщиной от 0,025 мм, эта толщина и будет использована для расчетов.

Для предварительной оценки диаметра будем опираться на требуемую временную постоянную:

$$R = \sqrt{\frac{\tau 4\lambda}{0.6 c\rho}}$$

Таким образом размеры диска чувствительного элемента: диаметр 5 мм, толщина 0,025 мм. Оценочный расчетный перепад температур на таком диске при потоке 50 кВт/м составляет порядка 84 К.

Для проводов чувствительного элемента выбирается хромелевая проволока минимального диаметра. На рынке представлена проволока диаметром от 0,0254 мм.

Для проверки аналитически определенных параметров датчика была создана модель в COMSOL Multiphysics 3.5a – интерактивной среде для моделирования и расчетов научных и инженерных задач, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных (PDE) методом конечных элементов.

Чувствительный элемент датчика является фигурой осесимметричной, поэтому при выборе размерности построения модели в Model Navigator [Навигатор моделей] был выбран пункт в Space Dimension [Размерность пространства] Axial Symmetry (1D). Heat Transfer [Теплоперенос] был выбран в качестве физического раздела. Вид конечных элементов выбран по умолчанию Lagrange-Quadratic [Лагранжевы-квадратичные].

В режиме построения геометрии была построена осесимметричная модель датчика (рис. 1).

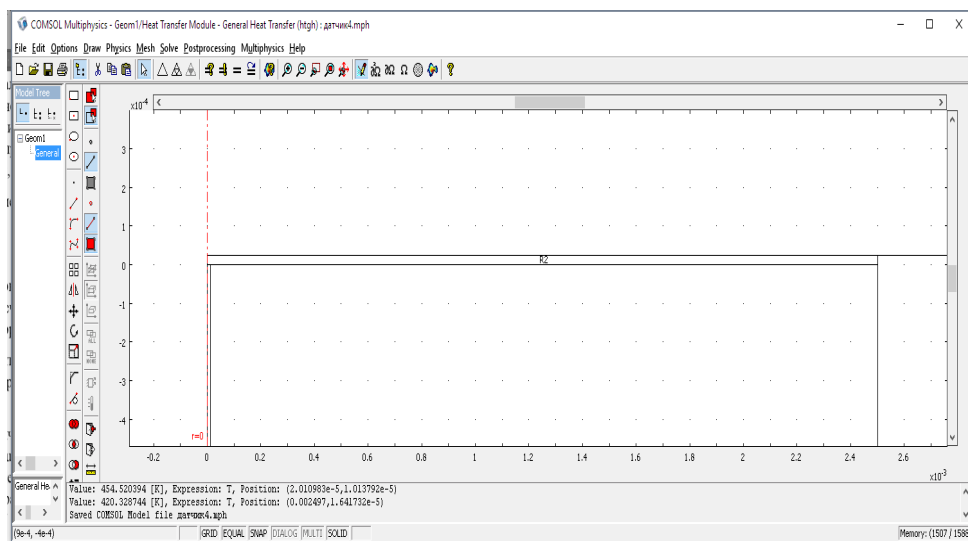


Рис. 1. Модель датчика

Центральный провод чувствительного элемента построен вдоль оси и имеет радиус 0,0127 мм. Диск чувствительного элемента построен перпендикулярно оси и имеет радиус 2,5 мм. Радиус теплоемкого ядра выбран равным 15 мм.

Следующим этапом были определены глобальные константы (меню Options – Constants) и теплофизические свойства (Physics – Subdomain Settings). Константами определены температура среды T_c (800 K) и тепловой поток $q=50 \text{ кВт/м}^2$, падающий на диск. Заданы материалы из встроенных библиотек для каждой из областей.

Задание граничных условий доступно в меню Physics-Boundary Settings. Для всей верхней поверхности (диска и теплоемкого сердечника) задан Heat flux (тепловой поток), равный q – граничное условие второго рода. Для всех внутренних поверхностей для модели первого приближения задано отсутствие теплообмена.

После задания всех граничных условий и свойств необходимо построить сетку. На этапе оценочного расчета можно задать треугольную сетку по умолчанию Mesh-Initialize Mesh. Сгущается сетка нажатием кнопки Refine selection (рис. 2).

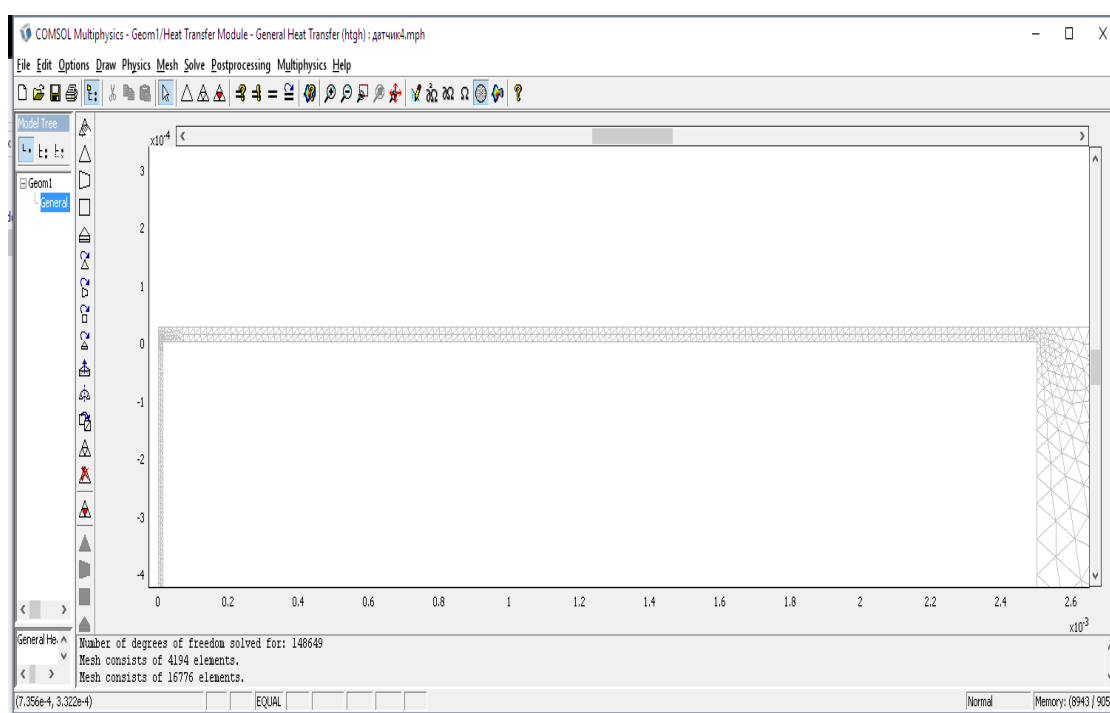


Рис. 2. Сетка модели датчика

Кнопка Solve parameters позволяет задать параметры решающего устройства. Для данной задачи подойдет решатель Time dependent, так как задача нестационарная. На вкладке General были выбраны основные свойства. Time stepping (временные шаги) задаются в формате временных слоев 0,0.010,100. Здесь от 0 до 100 с с промежутком 0,01 с. Поля tolerance определяют ошибку на каждом шаге итерации. Решение запускается кнопкой Solve.

Визуализация результатов доступна в автоматически включающемся после решения режиме Postprocessing mode (режим постобработки). Для данной задачи особый интерес представляет изменение во времени температур в центре и на периферии диска чувствительного элемента. Для оценки этого изменения COMSOL позволяет построить графики зависимости температур различных точек от времени. Для получения графиков и данных для анализа необходимо воспользоваться инструментом Cross-Section Plot Parameters. Результатом оценки изменения температуры центра T_c и периферии T_p диска на промежутке времени 0–100 с является зависимость, представленная на рис. 3.

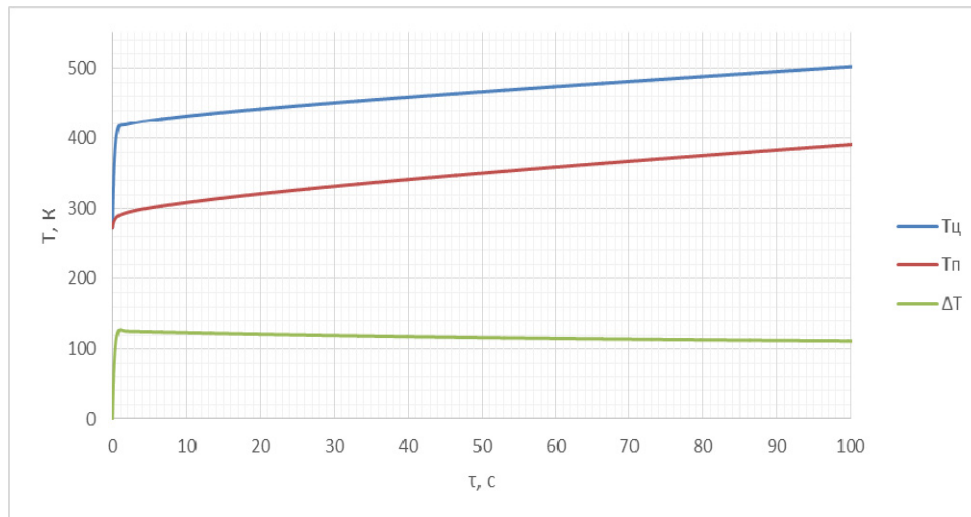


Рис. 3. Графики температур и перегрева диска от времени

По данным моделирования видно, что после прогрева центра диска температуры центра T_c и периферии T_p растут практически линейно. Однако разница температур ΔT между краем диска и центром не постоянна во времени, что делает невозможным точное определение теплового потока по линейной характеристике датчика. Также по графику видно, что время выхода на режим, близкий к стационарному, составляет порядка 0,8 с, что значительно превосходит оценочные расчеты.

Таким образом, опираясь на исследования компьютерной модели, можно сделать вывод о том, что конструкция датчика в исходном виде не удовлетворяет начальным требованиям. Для улучшения характеристик конструкции датчика необходимы изменения.

Монтаж константового провода вблизи периферии диска чувствительного элемента позволит определять абсолютную температуру на чувствительном элементе. Получившаяся термопара хромель (теплоемкий сердечник) – константан (дополнительный провод на диске) будет измерять температуру периферии диска.

Время оценки теплового потока по сигналу может быть уменьшено на этапе обработки сигнала путем анализа переходной характеристики к режиму, близкому к стационарному, с поправкой на температуру, полученной от дополнительной термопары.

Для анализа переходной характеристики этого типа датчиков использовалась лабораторная установка, повторяющая установку в опыте, описанном в работе [4]. Датчик монтировался соосно источнику теплового потока и закрывался металлической пластиной. После установления стационарного режима в печи пластину быстро убирали и одновременно с этим начинали измерения. Таким образом, смоделировано однократное ступенчатое воздействие на датчик теплового потока.

Для определения вида переходной функции данного типа датчиков было проведено три эксперимента по определению зависимости $\Delta E(\tau)$ для трех разных величин теплового потока. При измерениях датчик опрашивался раз в 320 мс, данные автоматически записывались в таблицу. На основании экспериментальных данных были построены графики 1, 2, 3 термо-ЭДС ΔE от времени τ (рис. 4). Графики показывают, что переходная функция датчика монотонна и имеет экспоненциальный вид. Следовательно, можно предположить, что датчик является инерционным звеном первого порядка и описывается дифференциальным уравнением первого порядка вида:

$$T \frac{d\Delta E(\tau)}{d\tau} + \Delta E(\tau) = kq(\tau), \quad (2)$$

где T – постоянная времени, характеризующая инерционность звена; k – коэффициент передачи, характеризующий свойства в статическом режиме. Решение дифференциального уравнения (2) при начальных условиях:

$$\Delta E(0) = 0; \frac{d\Delta E(\tau)}{d\tau} = 0$$

имеет вид:

$$\Delta E(\tau) = kq(\tau) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T}}\right). \quad (3)$$

Экспериментальные данные, полученные в результате трех экспериментов, аппроксимируются функцией вида (3) с достоверностью не менее 0,97. Таким образом, можно утверждать, что датчик теплового потока является инерционным звеном первого порядка. Постоянные для конкретного датчика параметры k и T определяются в результате калибровочных экспериментов.

Для определения падающего потока можно воспользоваться свойством касательной к кривой разгона апериодического звена первого порядка, заключенной между произвольной точкой на кривой с абсциссой τ_0 и точкой с абсциссой $\tau_0 + T$. Ордината точки, ограничивающей касательную справа, будет равна значению установившегося выходного сигнала ΔE [5]. Таким образом, для определения выходного сигнала ΔE в произвольной точке кривой разгона можно воспользоваться выражением:

$$\Delta E = \frac{d\Delta E(\tau)}{d\tau}(\tau_0) \cdot T + \Delta E(\tau_0). \quad (4)$$

Для проверки выражения (4) По эмпирическим данным были получены коэффициенты k и T для исследуемого датчика. Используя эти коэффициенты можно получить выражение для определения теплового потока $q(\tau)$ на основании показаний датчика до установления стационарного режима в чувствительном элементе. Полученные экспериментальные зависимости $\Delta E(\tau)$ отображены на рис. 4 линиями 1–3. По выражению (4) определены значения ΔE для этих кривых на всем диапазоне измерений (кривые 1', 2', 3'). Также на рис. 4 представлены пятипроцентные окрестности установившихся значений для каждой из кривых 1–3.

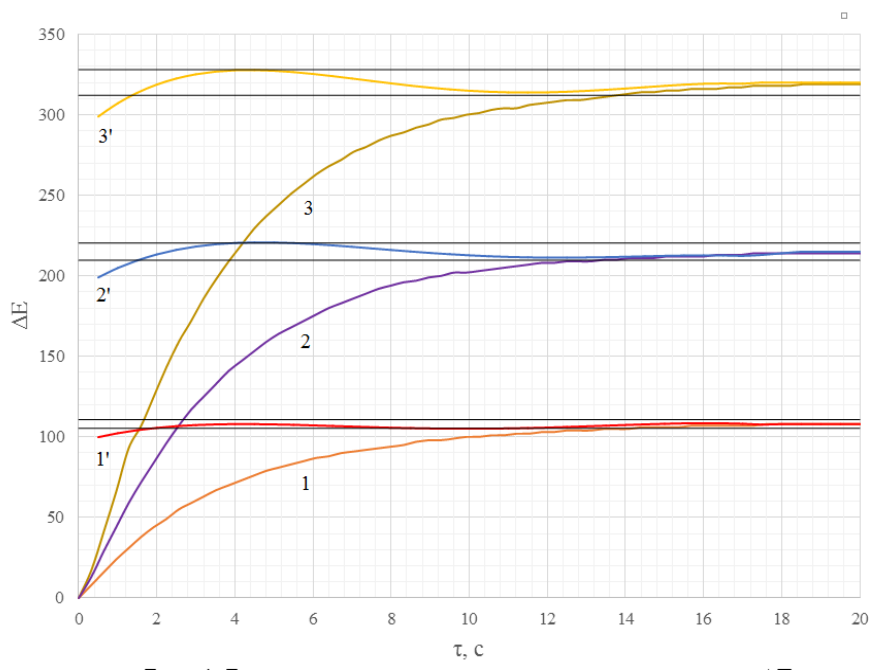


Рис. 4. Результаты эксперимента и расчетов значения ΔE

Из графических данных видно, что сигнал на датчике попадает в пятипроцентную окрестность установившегося режима не ранее чем через 13 с после начала измерений. Однако кривые 1'–3' попадают в эту же окрестность не позже 2 с после начала измерений.

Таким образом, экспериментально установлено, что определение уровня теплового потока, падающего на чувствительный элемент датчика Гардона, возможно значительно раньше установления стационарного теплового режима в чувствительном элементе. Для реализации описанного метода необходимо при калибровке датчика помимо коэффициента k определить параметр T и обрабатывать сигнал в соответствии с выражением (4).

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 6942–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 01.05.2017).
2. ГОСТ Р ИСО 9151–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Метод определения теплопередачи при воздействии пламени // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 01.05.2017).
3. Sharkov A.V., Korablev V.A., Nekrasov A.S., Minkin D.A., Fadeeva S.V. A radiometer for measuring high-intensity heat flux density and a method of calibrating it // Measurement Techniques. 2012. Vol. 54. No. 11. pp. 1 276–1 279.
4. Sharkov A.V., Korablev V.A., Makarov D.S., Minkin D.A., Nekrasov A.S., Gordeichik A.A. Measurement of High-Density Heat Flux Using an Automated Installation // Measurement Techniques. 2016. Vol. 59. Issue 1. Pp. 67–69.
5. Термоэлектродвижущая сила металлов / Ф.Дж. Блатт [и др.]: пер. с англ.; под ред. Д.К. Белашенко. М.: Металлургия, 1980.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

**А.И. Трубилко, кандидат физико-математических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

С помощью простых задач рассмотрены часто встречающиеся явления, приводящие к аварийным обстановкам в наиболее распространенных случаях. Посредством законов механики анализируются скоростной режим движения автомобиля, выносы на встречную полосу и условия скольжения.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, задачи механики

SAFETY FROM MECHANICS PROBLEMS VIEWPOINT

A.I. Trubilko. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Reasons of most common road emergency situations are analyzed using simple mechanical problems. Laws of mechanics are used to investigate the speed pattern of the vehicle, takeaways into the oncoming lane and sliding conditions.

Keywords: road safety, mechanics problems

Статистика дорожных происшествий однозначно свидетельствует о росте смертности в результате аварий на дорогах. По сравнению с 2013 г. в 2016 г. (за период с января по сентябрь) число случаев со смертельным исходом по данным МВД увеличилось почти на 55 %. Именно поэтому разрабатывается концепция безопасности на дорогах [1], входящая в концепцию национальной безопасности [2]. Решение этой задачи зависит от каждого участника дорожного движения и может быть осуществлено только адекватным пониманием требований к безопасности со стороны всех его участников. Отметим, что наибольшее число аварий происходит из-за следующих причин. Прежде всего, это нарушения скоростного режима движения на дорогах. Во-вторых, вынос автотранспортного средства на встречную полосу из-за превышения скорости движения и неадекватной оценки состояния поверхности дорожного покрытия. Наконец, неверной оценки водителем расстояния до впереди идущего транспортного средства и невозможности по этой причине провести адекватное торможение ввиду скольжения.

В этой работе на основе простых физических механических примеров автор постарается рассмотреть названные причины аварийных обстановок с точки зрения законов классической механики. Такое рассмотрение, на взгляд автора, должно способствовать лучшему пониманию причин их производящих и адекватному реагированию на них со стороны участников движения. Это представляется оправданным, поскольку задачи механики достаточно наглядны и просты для восприятия. С помощью подобного рода задач можно провести моделирование порой даже и сложной ситуации, абстрагируясь от несущественных факторов и начальных условий при описании эволюции интересующей системы. При этом, как и в работе [3], по-прежнему указывается основная идея безопасности с точки зрения физического описания явлений. Она заключается в том, что основой безопасности жизнедеятельности является соблюдение объективных законов природы.

Безопасность дорожного движения при нарушениях скоростного режима с точки зрения кинематики движения материальной точки

Большинство автомобилистов хочет как можно быстрее прибыть в пункт назначения, зачастую создавая такие аварийные ситуации, разрешение которых в дальнейшем требуют значительно большего времени и необходимых ресурсов, чем кажущийся временной выигрыш. Так ли важна спешка? Попробуем ответить на этот вопрос, изначально решая задачу движения материальной точки, казалось бы непосредственно не относящуюся к обсуждаемой ситуации.

Рассмотрим следующую простую задачу кинематики материальной точки. Пусть автомобиль движется из пункта A в пункт B по прямой дороге, расстояние между которыми равно S . По пути движения автомобиль вынужден сделать несколько остановок и общее время стоянок равно τ . Чему равна средняя скорость пути $\langle V \rangle$, если в процессе движения скорость автомобиля была постоянна и равна V ?

По определению средняя скорость пути определяется отношением всего пройденного материальной точкой пути S к полному времени движения t :

$$\langle V \rangle = \frac{S}{t}.$$

В данном случае полное время движения точки, с учетом стоянок:

$$t = \tau + \frac{S}{V}, \quad (1)$$

где $\frac{S}{V}$ — время движения автомобиля. Тогда имеем:

$$\langle V \rangle = \frac{SV}{S + V\tau}. \quad (2)$$

Пусть теперь материальная точка первую половину пути движется равномерно со скоростью V_1 , а вторую половину пути – со скоростью V_2 . Определим и в этом случае среднюю скорость $\langle V \rangle$.

Решение задачи не представляет затруднений. Полное время движения является суммой времени t_1 движения тела при прохождении первой половины пути и времени t_2 , затрачиваемое телом на прохождения второй половины пути. Тогда:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{S}{2V_1} + \frac{S}{2V_2} = \frac{S}{2} \frac{(V_1 + V_2)}{V_1 V_2}, \quad (3)$$

а средняя скорость в итоге в этом случае определяется соотношением:

$$\langle V \rangle = \frac{2V_1 V_2}{V_1 + V_2}. \quad (4)$$

Предположим теперь, что материальная точка – это автомобиль, на котором вы едете. Кроме того, положим, что первая половина пути – это гладкий асфальт, по которому ваш автомобиль может двигаться с любой разрешенной скоростью. Другая половина дороги представляет собой ужасную проселочную дорогу, по которой можно двигаться с постоянной, но очень небольшой скоростью. Поставим вопрос: как время прибытия в конечный пункт зависит от скорости автомобиля на хорошем участке дороги?

Оказывается, можно ответить на этот вопрос, поскольку выше было вычислено время полного движения, определенное соотношением (3), в котором теперь V_1 – скорость автомобиля на хорошей дороге, V_2 – предельная скорость на плохом участке дороги. Подставляя в соотношение (4) различные численные значения величины V_1 при $V_2 = \text{const}$, можно убедиться, что $\langle V \rangle$ будет стремиться к предельному значению, равному $2V_2$. Подставляя это значение в формулу для t , получим, что минимальное время прибытия равно:

$$t_{\min} = \frac{S}{2V_2}.$$

Для анализа времени прибытия в пункт назначения формулу (3) можно записать в безразмерном виде, если обозначить $z = \frac{t_{\min}}{t}$; $q = \frac{V_1}{V_2}$, тогда имеем:

$$z(q) = \frac{q}{1 + q} \leq 1. \quad (5)$$

Многие тела в процессе движения вынуждены останавливаться. Рейсовый автобус, поезд, автомобиль в городе делают вынужденные остановки. Предположим, что на перегонах тела могут двигаться с любой скоростью. Поставим тот же вопрос: как время движения прохождения расстояния S зависит от скорости движения? Эта задача также уже решена выше (соотношения (1, 2). Ответ можно получить из анализа выражения (5), замечая, что в этом случае значения $t_{\min}$ и $\langle V \rangle$, естественно, другие: $\tau = t_{\min}$, а $q = \frac{V\tau}{S}$. Итак, все сводится к анализу соотношения (5), график которого приведен на рис. 1. Нетрудно видеть, что рассматриваемая функция при больших q стремится к единице:

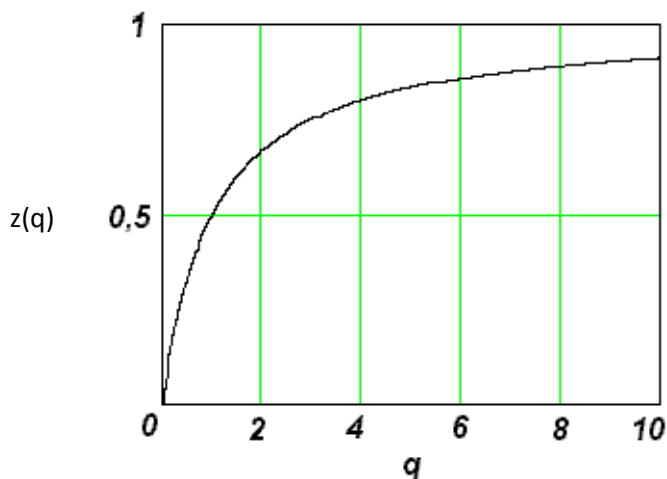


Рис. 1. График функции соотношения

Теперь используем сведения о возможностях автомобиля и скоростях движения на различных дорогах. Предположим, что скорость движения по плохой дороге $V_2=30$ км/ч. Тогда параметр q лежит в пределах $1 \leq q \leq 4$. Верхний предел был выбран, исходя из того, что автомобиль по техническим возможностям и состоянию дорог в России развивает скорость 120 км/ч. Поэтому окажется, что автомобиль, который едет со скоростью 30 км/ч по хорошей дороге затратит время, равное $2t_{\min}$. Автомобиль, двигавшийся со скоростью

120 км/ч, затратит $\frac{5}{4}t_{\min}$. Выигрыш во времени не такой большой, как могло показаться

на первый взгляд. Но еще меньший выигрыш во времени будет в том случае, когда первый автомобиль движется с максимально разрешенной правилами скоростью 90 км/ч по хорошей дороге. Выигрыш во времени в последнем случае во многих жизненных ситуациях оказывается пренебрежительно малым, конечно, если вы не участвуете в автомобильных гонках, где эта разница существенна. Но если вы человек расчетливый, то будете с некоторой иронией смотреть на проносящиеся мимо вас автомобили.

Автор надеется, что рассмотрением даже таких простых ситуаций было отвечено на вопрос – так ли необходимо нарушать скоростной режим движения лишь для того, чтобы прибыть в пункт назначения на некоторый временной отрезок ранее, чем при разрешенном режиме, не подвергая себя и окружающих участников повышенной опасности.

Движение на поворотах как фактор опасности

Количество произошедших аварий и спровоцированных аварийных ситуаций на скоростных трассах без принудительно разделительной полосы встречного движения в основном происходит из-за выноса транспортного средства на встречную полосу

движения. Поэтому представляется оправданным рассмотрение такого движения как описание движения на повороте.

Наиболее просто такую ситуацию можно описать на пример движения мотоциклиста, производящего поворот. Из повседневных наблюдений известно, что мотоциклист, двигаясь на повороте, обычно наклоняет мотоцикл. Также и бегун, пробегая вираж по беговой дорожке, делает то же самое. Наблюдательный водитель обратит внимание, что на повороте дорога имеет небольшой наклон в сторону центра окружности. Само такое движение есть движение по дуге окружности. В этом случае меняется направление вектора скорости тела. Для того, чтобы это произошло, на тело должна действовать внешняя сила. Происхождение этой силы легко понять, если принять во внимание возникновение силы трения покоя. Направление этой силы противоположно тому направлению, в котором должно было бы возникнуть скольжение. Рассмотрим следующий пример.

Пусть мотоциклист едет по горизонтальной плоскости, описывая дугу окружности радиусом R со скоростью V . На какой угол он должен наклониться, чтобы не упасть на повороте (рис. 2)?

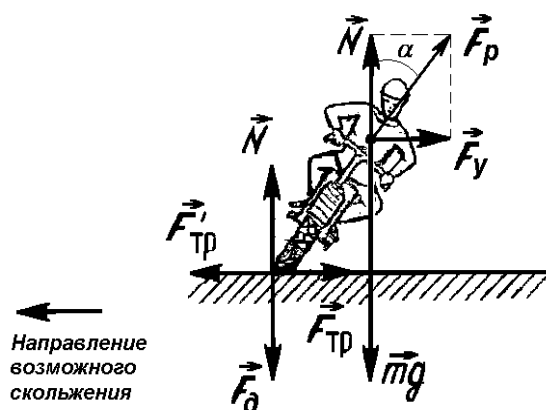


Рис. 2. Силы, действующие на мотоциклиста и на Землю

При наклоне мотоцикла он действует на Землю с силами $\vec{F}_0$ – силой нормального давления и $\vec{F}'_{tr}$ – силой трения, направленной по радиусу от центра окружности.

На мотоцикл действует реакция опоры $\vec{N}$, которая по третьему закону Ньютона равна $\vec{N} = -\vec{F}_0$. Сила трения $\vec{F}_{tr}$, действующая на мотоцикл, равна $\vec{F}_{tr} = -\vec{F}'_{tr}$.

При своем движении мотоциклист должен наклониться так, чтобы сумма сил $\vec{F}_p = \vec{N} + \vec{F}_{tr}$ была направлена вдоль прямой, проходящей через центр тяжести. Тогда $\vec{F}_p$ можно перенести в эту точку и разложить на составляющие $\vec{N}$ и $\vec{F}_y = \vec{F}_{tr}$. Так как мотоцикл не перемещается по вертикали, то $N = mg$, а уравнение движения имеет вид: $\frac{mV^2}{R} = F_{tr}$. Из рис. 2 видно, что угол α можно найти из следующего соотношения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{tr}}{N} = \frac{mV^2}{Rmg} = \frac{V^2}{gR}.$$

В данном случае имеем дело с силой трения покоя. Поскольку $F_{mp \max} = \mu N$, то максимальный угол наклона равен:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{\mu mg}{mg} = \mu$$

тогда $\frac{mV_{\max}^2}{R} = \mu mg$, а максимальное значение скорости равно:

$$V_{\max} = \sqrt{\mu g R}$$

Таким образом, условия безопасного прохождения поворота имеют следующий вид:

$$0 \leq \alpha \leq \operatorname{arctg} \mu, \quad 0 \leq V \leq \sqrt{\mu g R}$$

Приведем оценки. Пусть $R=80$ м; $\mu=0,4$, тогда имеем $0 \leq \alpha \leq 22^\circ$, $0 \leq V \leq 64$ км/ч.

На скользкой дороге $\mu=0,1$ и $0 \leq \alpha \leq 5^\circ 50'$, $0 \leq V \leq 32$ км/ч.

Теперь пусть мотоциклист едет по наклонному треку (рис. 3) с углом наклона β , при том же радиусе закругления и коэффициенте трения, что и в предыдущем рассмотренном случае. Поставим вопрос – чему в этом случае будет равна максимальная скорость движения?

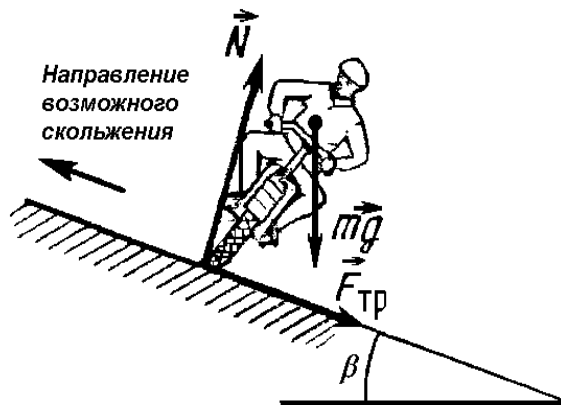


Рис. 3. Силы, действующие на мотоциклиста на наклонном треке

Выберем систему координат следующим образом: ось x направим вдоль радиуса, а ось y – перпендикулярно к ней. Тогда в проекциях имеем:

$$\begin{aligned} m \frac{V^2}{R} &= F_{mp} \cos \beta + N \sin \beta, \\ F_{mp} \sin \beta + mg - N \cos \beta &= 0, \\ F_{mp \max} &= \mu N. \end{aligned}$$

В этом случае в создании центростремительного ускорения будут участвовать горизонтальные составляющие силы трения и реакции трека (рис. 3):

$$m \frac{V_{\max}^2}{R} = F_{\text{тр max}} \cos \beta + N \sin \beta.$$

Сумма вертикальных составляющих сил, действующих на мотоцикл, должна равняться нулю: $F_{\text{тр max}} \sin \beta + mg - N \cos \beta = 0$. А максимальное значение силы трения $F_{\text{тр max}} = \mu N$.

Решая эту систему уравнений, получим:

$$V_{\max} = \sqrt{gR \frac{\mu + \operatorname{tg} \beta}{1 - \mu \operatorname{tg} \beta}}. \quad (6)$$

Из формулы (6) видно, что наклон дороги приводит к увеличению значения величины максимальной скорости прохождения поворота. Обратим внимание на то, что при $\beta_0 = \operatorname{arctg}(\mu^{-1})$ из формулы (6) значение максимальной скорости становится равным бесконечности. Это означает, что при таком наклоне мотоциклист сможет пройти поворот при любой скорости. Заметим, однако, что собственная скорость мотоциклиста ограничена мощностью двигателя. Если же выполнено условие $\mu \operatorname{tg} \beta > 1$, то мотоцикл не сможет пройти данный поворот.

Итак, при решении простой задачи движения мотоциклиста на повороте посредством законов динамики была продемонстрирована возможность описания такого движения на горизонтальной дороге и дороге с уклоном. Мы показали, что естественным образом возникает ограничение на величину значения максимальной допустимой скорости движения автотранспортного средства при прохождении поворотов. Это обстоятельство несомненно необходимо учитывать при таком виде движения.

Скольжение как фактор опасности

Довольно частым условием произошедшего столкновения является неадекватная оценка нарушителем расстояния до преграды, с которой и происходит столкновение. В общем случае картина является чрезвычайно сложной, зависящей от многих факторов, таких как мощность собственно транспортного средства, состояние дорожного покрытия, погодные условия и факторов, определяющих состояние водителя. Многопараметричность начальных условий задачи и нелинейный характер динамики движения в общем случае приводит к многозначности решений. Однако доминирующими при описании являются явления скольжения физического тела и тесно связанного с ним качения тел по плоскости. Последнее является плоским движением, при котором ось вращения тела совершает поступательное движение, а само тело совершает вращение с угловой скоростью $\vec{\omega}$ вокруг оси, проходящей через центр масс. Рассмотрим ряд примеров качения физических тел и найдем условие перехода явления качения в скольжение.

В качестве первого примера рассмотрим динамику качения цилиндра по плоскости в инерциальной системе отсчета. Пусть сплошной цилиндр радиусом R и массой m скатывается с наклонной плоскости без скольжения (рис. 4).

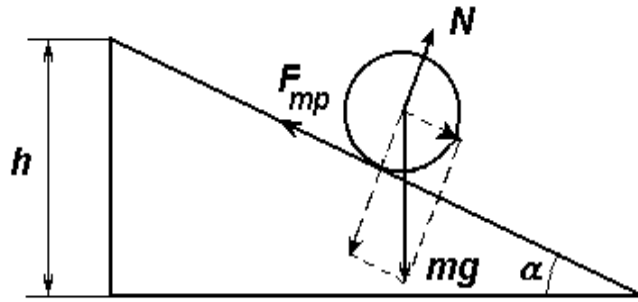


Рис. 4. К динамике качения цилиндра по плоскости

В этом случае движение может быть представлено как наложение двух движений – поступательного движения центра масс со скоростью $\vec{V}_0$ и вращения вокруг оси, проходящей через центр масс с угловой скоростью $\vec{\omega}$. Тогда скорость i массы тела, положение которой от оси вращения определяется радиус-вектором $\vec{r}_i$, равна:

$$\vec{V}_i = \vec{V}_0 + [\vec{\omega}, \vec{r}_i].$$

Для крайних точек цилиндра $r_i = R$ справедливо соотношение:

$$\vec{V}_i = \vec{V}_0 + [\vec{\omega}, \vec{R}] \quad (7)$$

При рассмотрении плоского движения за ось вращения обычно принимают ось, проходящую через центр масс тела и перпендикулярную плоскости, в которой происходит его движение. Например, в случае плоского движения цилиндра этой осью является его геометрическая ось.

Качение без скольжения реализуется в том случае, когда $V_0 = \omega R$. Учитывая векторный характер уравнения (7), точки соприкосновения цилиндра с плоскостью неподвижны относительно последней (рис. 5).

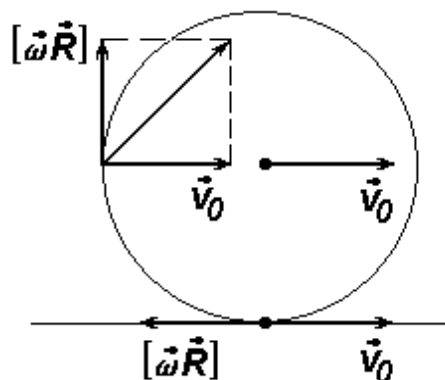


Рис. 5. Условие качения без скольжения

В точке соприкосновения линейная скорость равна нулю.

На цилиндр действуют следующие силы: сила тяжести $m\vec{g}$, приложенная к центру тяжести цилиндра; сила реакции опоры $\vec{N}$, сила трения $\vec{F}_{mp}$, возникающая в точке соприкосновения цилиндра и наклонной плоскости. Так как последняя в каждый момент времени неподвижна, то сила трения в данном случае является силой трения покоя. Уравнение движения в проекциях на направление движения цилиндра вдоль наклонной плоскости и на направление, перпендикулярное ей, имеют вид:

$$ma_{\tau} = mg \sin \alpha - F_{mp} \quad \text{и} \quad 0 = mg \cos \alpha - N, \quad (8)$$

где a_{τ} – ускорение центра тяжести цилиндра.

Поскольку линии действия сил тяжести и реакции опоры проходят через ось вращения, то их моменты относительно этой оси равны нулю. Следовательно, уравнение моментов относительно оси вращения, проходящей через центр масс цилиндра, параллельно наклонной плоскости, запишется в виде:

$$I \frac{d\omega}{dt} = F_{mp} R, \quad (9)$$

где I – момент инерции цилиндра относительно оси, проходящей через центр масс. Если цилиндр скатывается без скольжения, то между угловым ускорением β , с которым вращаются все точки цилиндра относительно оси, и линейным тангенциальным ускорением центра масс цилиндра a_{τ} существует следующая связь $a_{\tau} = \beta R$. Уравнение (9) теперь запишется в виде:

$$I \frac{a_{\tau}}{R} = F_{mp} R$$

и, кроме того:

$$mg \sin \alpha - I \frac{a_{\tau}}{R^2} = ma_{\tau}. \quad (10)$$

Из уравнений (8), (10) находим две неизвестные величины a_{τ} и F_{mp} :

$$a_{\tau} = \frac{mg \sin \alpha}{m + \frac{I}{R^2}} = \frac{g \sin \alpha}{1 + \frac{I}{mR^2}}, \quad F_{mp} = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \frac{mR^2}{I}}.$$

Максимальное значение силы трения покоя равно $F_{mp \max} = \mu N$, поэтому качение без скольжения происходит только в том случае, если:

$$\frac{mg \sin \alpha}{1 + \frac{mR^2}{I}} \leq \mu mg \cos \alpha$$

или

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \mu \left(1 + \frac{mR^2}{I} \right) \quad (13)$$

Если найденное условие (11) не выполняется, то тело будет скатываться со скольжением. Нетрудно видеть, что до сих пор не был использован явный вид выражения для момента инерции тела относительно оси. Поэтому можно сделать вывод, что все тела одинаковой формы, независимо от массы, должны скатываться с наклонной плоскости с одинаковым ускорением. Для сплошного цилиндра:

$$I = \frac{1}{2} mR^2$$

Следовательно:

$$a_{\tau} = \frac{2}{3} g \sin \alpha, \quad F_{mp} = \frac{1}{3} mg \sin \alpha, \quad \beta = \frac{2}{3} \frac{g}{R} \sin \alpha$$

Условие качения без скольжения принимает вид:

$$\operatorname{tg} \alpha \leq 3 \mu$$

Итак, показано, что переход от одного характера движения тела к другому подчиняется некоторому критическому соотношению, которое зависит в каждом конкретном случае от формы тела и распределения его массы относительно оси вращения.

Законы движения твердого тела имеют большое практическое значение. В частности, на их основе можно понять причины движения, например, автомобилей и подобных им транспортных средств, движущиеся по поверхности Земли. Обычно полагают, что причиной их движения являются силы, возникающие в двигателе. Но это внутренние силы, а сумма внутренних сил и сумма их моментов равны нулю. Поэтому при рассмотрении движения таких устройств следует ответить на следующие вопросы: по каким причинам изменяется количество движения экипажа и почему меняется момент количества движения?

При ответе на первый вопрос будет использоваться закон движения центра масс. Единственные внешние силы, действующие на автомобиль в горизонтальном направлении – это силы трения между колесами автомобиля и поверхностью Земли. При включении мотора возникают силы, которые и вызывают в итоге вращение колес. Между колесами и поверхностью возникает сила трения покоя. Эта сила имеет направление противоположное тому, в котором должно было бы возникнуть скольжение.

Эта сила трения будет создавать вращающий момент относительно оси колеса. Этот момент направлен в противоположную сторону вращающему моменту $\vec{M}$, действующему со стороны мотора. Угловое ускорение колес определяется разностью моментов:

$$I \frac{d\omega}{dt} = M - Fr$$

где I – момент инерции колес, радиусом r , F – сила трения. Чтобы не возникало скольжение колес, например, автомобиля массой m , необходимо выполнение условия:

$$r \frac{d\omega}{dt} = a$$

где a – ускорение центра масс автомобиля. Поэтому при отсутствии скольжения уравнения движения имеют вид:

$$ma = F, \quad \frac{I}{r} a = M - Fr$$

Откуда следует, что:

$$F = \frac{M}{r} \cdot \frac{1}{1 + \frac{I}{mr^2}}$$

Поскольку масса автомобиля много больше массы колес, то:

$$\frac{I}{mr^2} \ll 1$$

и значение силы F , действующей на автомобиль в горизонтальном направлении:

$$F \approx \frac{M}{r}$$

Поскольку эта сила есть сила трения покоя, то она не может превышать некоторого максимального значения $F \leq F_{\max}$. Поэтому значение момента M также не должно превышать значения $M_{\max} = F_{\max} r$. В противном случае возникает скольжение колес, иначе называемое пробуксовкой.

Таким же образом можно объяснить возникновение тормозящей силы, которая при выключенном моторе будет направлена в сторону, противоположную движению автомобиля. Для понимания физической сущности возникновения момента внешних сил, рассмотрим следующий пример.

Пусть имеется автомобиль с ведущими задними колесами. Рассмотрим его равномерное движение. Силы, действующие на автомобиль, показаны на рис. 6.

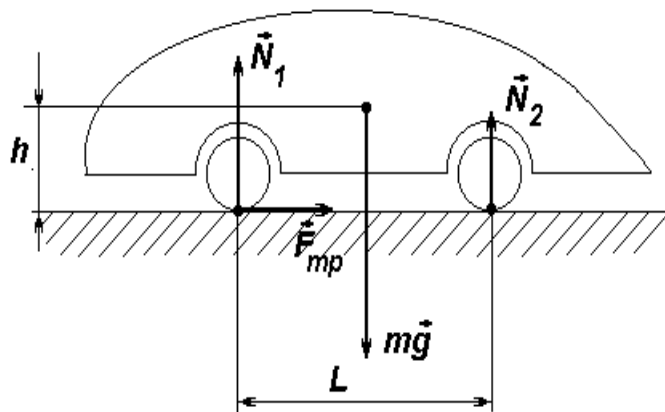


Рис. 6

Очевидно, автомобиль нельзя считать материальной точкой и условия его равномерного движения определяются двумя уравнениями:

$$\begin{aligned} N_1 + N_2 - mg &= 0, \\ -N_1 \frac{L}{2} + N_2 \frac{L}{2} + F_{mp} h &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Второе уравнение системы (12) является уравнением моментов сил относительно центра масс. Решение этих уравнений определяет разность сил $\Delta N = N_1 - N_2$ нормального давления на передние и задние колеса:

$$\Delta N = F_{mp} \frac{2h}{L},$$

где h – высота центра масс автомобиля относительно дороги; L – расстояние между осями передних и задних колес. Ускорение автомобиля в горизонтальном направлении, определяется силой трения. Поэтому при ускорении автомобиля давление на задние колеса будет больше, чем на передние. А при торможении, сила трения в этом случае направлена в противоположную сторону, давление на задние колеса меньше, чем на передние. Это явление наблюдается при резком начале движения с места, когда передняя часть автомобиля «подпрыгивает», а при резком торможении эта часть автомобиля слегка опускается. Разность сил нормального давления ΔN обеспечивает появление момента внешних сил, действующих на автомобиль. Именно поэтому у автомобиля и появляется момент количества движения.

В этой работе на основе простых задач рассмотрены наиболее распространенные физические явления, приводящие к аварийным обстановкам и авариям при описании дорожного движения. К ним автор относит нарушение скоростного режима движения, выносы на встречную полосу и скольжение. Автор постарался дать простую интерпретацию указанным явлениям, исходя из объективных физических законов, знание и соблюдение которых и является основой безопасности большинства видов человеческой деятельности. В заключение следует отметить, что эта статья использует материалы авторских оригинальных задач из учебного пособия курс общей физики [4].

Литература

1. О концепции федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах»: Распоряжение Правительства Рос. Федерации от 27 дек. 2012 г. № 1995-р. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
2. О стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 31 дек. 2015 г. № 683. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. Трубилко А.И. Некоторые вопросы безопасности в простых задачах механики // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2 (18). С. 47–59.
4. Скребов В.Н., Трубилко А.И. Курс общей физики. Механика. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2011. Т. 1. 351 с.



ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЕ «ХИМИЯ» В ВОЕННОМ ИНСТИТУТЕ (ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМ)

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

**Г.В. Макачук, кандидат педагогических наук, доцент.
Военный институт (инженерно-технический) Военной академии
материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева
Министерства обороны Российской Федерации**

Рассмотрена реализация обратной связи от обучающихся к преподавателю, позволяющая оперативно регулировать ход учебного процесса; приведены формы и методы контроля результатов обучения химии, их достоинства и недостатки; дана оценка уровней контроля и проверки знаний по химии.

Ключевые слова: обучение, обратная связь, контроль, знания, умения

FEEDBACK TECHNOLOGY WHEN TEACHING THE SUBJECT «CHEMISTRY» IN MILITARY INSTITUTE (ENGINEERING)

L.V. Medvedeva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
G.V. Makarchuk. Military institute (engineering) of Military academy of logistics of general
of the army A.V. Khrulyov

The article describes the implementation of feedback from students to teacher, enabling you to quickly adjust the course of educational process; forms and methods of monitoring the results of learning chemistry, their advantages and disadvantages; assess the levels of control and validation of knowledge in chemistry.

Keywords: training, feedback, control, knowledge, skills

«Развивающемуся обществу нужны современно образованные, нравственные, предприимчивые люди, которые могут самостоятельно принимать решения..., прогнозируя их возможные последствия, отличаются мобильностью ..., способны к сотрудничеству..., обладают чувством ответственности за судьбы страны, ее социально-экономическое процветание» («Концепция модернизации Российского образования»).

Контроль результатов обучения химии выполняет, как и все другие компоненты учебного процесса, образовательную, воспитывающую и развивающую функции. Контроль

имеет системные свойства и является неотъемлемой частью обучения. С помощью контроля устанавливается степень достижения целей и осуществляется управление обучением. Главное требование к контролю – его систематичность [1].

Методы контроля при всем их разнообразии эффективны только тогда, когда они адекватны содержанию и деятельности обучающихся по его усвоению.

С контролем тесно связаны диагностика и учет полученных обучающимися результатов. Они позволяют следить за развитием обучающихся, их успехами в учебе, анализировать их достижения и причины неудач.

При изучении основ химической науки контролю подлежит усвоение понятий, законов, теорий, фактов, связи между ними, а также связи теории с практикой, которая подразумевает контроль за выработкой умений пользоваться химической символикой и терминологией, умений наблюдать, решать химические задачи, экспериментальных умений и т.п., а также за усвоением прикладных знаний [2].

Благодаря контролю знаний и умений реализуется обратная связь от обучающихся к преподавателю, позволяющая оперативно регулировать ход учебного процесса.

Формы контроля зависят от способа организации или подачи информации от обучающихся к преподавателю. В дидактике существует несколько классификаций форм контроля знаний, умений и навыков обучающихся.

По способу организации в учебном процессе форма контроля может быть индивидуальной, групповой, фронтальной, дифференцированной.

По способу подачи информации формы контроля делятся на устную, письменную, экспериментальную, компьютерную [3].

Значение контроля качества знаний и умений

Для преподавателя	Для обучающихся
Всесторонний анализ результатов преподавательского труда	Стимулирование систематической работы в учебе и самоконтроля
Обнаружение недостатков, недочетов в преподавании	Формирование ответственного отношения к учебе, мотивации учения
Своевременная помощь обучающимся в устранении пробелов знаний	Укрепление воли и упорства в процессе преодоления трудностей
Предупреждение неуспеваемости обучающихся	Формирование критического отношения к результатам учебного труда, самостоятельности
Достижение высокого качества в преподавании, успехов в труде – приобретение чувства удовлетворенности результатами своего профессионального труда	Достижение успехов в учебе – приобретение чувства комфортности в образовательной среде

В Военном институте (инженерно-техническом) (ВИ(ИТ) при обучении дисциплине «Химия» используются следующие методы текущего контроля:

– *устный контроль* – монологический ответ обучающихся или вопросно-ответная форма (беседа). Индивидуальный опрос обучающихся позволяет преподавателю получить более полные и точные данные об уровне усвоения.

Индивидуальный контроль результатов проводится почти на каждом занятии. Это наиболее полноценный метод проверки результатов усвоения, так как в процессе устного ответа обучающегося может быть проверено усвоение любого содержания. Можно проверить знание химического материала, наличие мировоззренческих знаний, владение речью и другими интеллектуальными умениями, уровень усвоения материала. Во время устного ответа обучающегося преподаватель имеет возможность задать дополнительный вопрос диагностического характера, который поможет выявить состояние знаний и умений отвечающего.

Устный контроль знаний помогает развивать коммуникативные качества обучающихся (развивать устную речь, умение вести диалог в ходе бесед с преподавателем или сокурсниками, выдвигать и доказывать гипотезы при проблемном построении занятия химии, общаться между собой и с преподавателем) [4].

Устный контроль знаний применяется в зависимости от цели и типа занятия: в его начале – перед изучением нового материала, в конце занятия или его этапа – с целью контроля и одновременного повторения и закрепления пройденного. Очень эффективен устный опрос, проводимый в форме беседы при изучении нового материала с целью выяснения связи темы занятия с ранее изученными, а также с будущей профессией. Не менее эффективен устный опрос на занятиях повторения и обобщения, при подготовке к контрольной работе или зачету. В этом случае рационально заранее сформулировать вопросы, по которым будет проводиться опрос [3].

Все вопросы необходимо формулировать кратко, точно, в понятных терминах. Детализировать и давать план ответа не рекомендуется, так как это загромождает вопрос. План ответа можно задать заранее, например план характеристики элемента по периодической системе после изучения теории строения вещества:

1. Порядковый номер элемента в периодической системе Д.И. Менделеева.
2. Заряд ядра и число электронов в атоме.
3. Номер периода и группы.
4. Число энергетических уровней.
5. Число электронов в наружном энергетическом уровне.
6. Характер свойств элемента.
7. Высшая положительная степень окисления элемента.
8. Формула высшего оксида и характер его свойств.
9. Формула высшего гидроксида и характер его свойств.
10. Отрицательная степень окисления элемента (если она возможна).
11. Формула летучего водородного соединения (если оно имеется).

Важной стороной устного опроса обучающихся является развитие химического языка. Например, верного произношения и ударения в химических терминах и выражениях для отработки химической номенклатуры (названий веществ и процессов по формулам и уравнениям и наоборот).

Во время устного ответа обучающегося для достижения устойчивого внимания группы полезно предусмотреть последующее за ответом рецензирование, исправление допущенных ошибок, дополнение.

– *фронтальный контролирующий опрос*. Проводится быстро. Ответы должны быть краткими и четкими. Вопросы задаются обучающимся поочередно. Не следует задавать подряд вопросы одному и тому же курсанту. Работать должна вся группа.

Особенности устного контроля (В.Я. Вивюрский) [4]:

- необходимость предельной внимательности обучающихся, так как преподаватель ставит устные вопросы всей группе, а спрашивает только отдельных;
- обучающиеся вопросы не записывают, а стараются понять их смысл;
- только изученный материал легко запомнить, но давний – требует большого напряжения памяти;

– за то время, которое длится от сформулированного вопроса и вызова курсанта, обучающиеся должны не только понять смысл вопроса, но и приготовить примерный ответ на него (с чего начать, какие привести примеры, какой сделать вывод);

– каждому курсанту следует внимательно слушать ответы других, мысленно сопоставляя их со своими знаниями;

– обучающиеся отмечают про себя ошибки, если они были;

– обучающиеся оценивают, полные или неполные были ответы, их соответствие вопросам, правильность выводов.

Внешне эта напряженная работа мозга ничем не проявляется, хотя обучающиеся в это время прodeлывают сложную умственную работу.

Устный контроль позволяет преподавателю убедиться, насколько обучающиеся правильно и точно выполняют задания, как усваивают текущий учебный материал, все ли учащиеся успевают:

– *проверка индивидуальных домашних работ* курсантов, которые выполняются ко всем практическим и лабораторным занятиям. Проверка выполнения домашних заданий позволяет изучать отношение обучающихся к учебной работе, качество усвоения изучаемого материала, наличие пробелов в знаниях, а также степень самостоятельности при выполнении домашних заданий.

– *письменный контроль* (летучки, контрольная работа, реферат) обеспечивает глубокую и всестороннюю проверку усвоения, поскольку требует комплекса знаний и умений обучающегося. В письменной работе курсанту необходимо показать и теоретические знания, и умение применять их для решения конкретных задач, проблем.

Кратковременные письменные контрольные работы (летучки), как правило, содержат 1...2 вопроса и несколько задач на тему предыдущего занятия. Время выполнения обычно 15...20 мин. В помощь обучающимся имеется методическое пособие, в котором даны примерные задания всех летучек, а также приведен подробный разбор их выполнения. Курсанты всегда могут ознакомиться с тематикой предстоящей летучки. Отсутствующие и получившие неудовлетворительную оценку переписывают летучку на консультации.

Для выявления понимания и знания изученного материала, умения мыслить проводятся две двухчасовые контрольные письменные работы.

Письменная контрольная работа позволяет преподавателю получить общую картину знаний всех обучающихся по нескольким темам курса. Результаты работ документально отражают знания и могут быть выражены в количественных показателях, что позволяет объективно оценить успеваемость.

Содержание контрольной работы охватывает весь наиболее важный материал контролируемой темы. В такой большой контрольной работе задания должны быть едиными для обучающихся всех уровней развития.

Содержание, объем и степень трудности контрольной работы должны быть такими, чтобы средний курсант, добросовестно относящийся к учебе и выполняющий все задания, смог бы в отведенное время выполнить эту работу. По контрольным работам составлены методические пособия.

В процессе текущего учета необходимо добиться ликвидации недостатков в знаниях, которые были обнаружены при проверке контрольных работ. Письменный опрос позволяет на одном уроке оценивать знания всех учащихся:

– методы практического контроля, при которых выявляется сформированность умений и навыков практической работы (проведение опытов, работа с реактивами, химической посудой, приборами, соблюдение правил по технике безопасности) или сформированность двигательных навыков (работа с весами, бюретками, пипетками, мерными колбами, титрование и т.д.). Химический эксперимент – источник знаний и средство приобретения практических умений и навыков учащихся.

Наиболее простой метод проверки умений и навыков работы – выполнение обучающимся опыта у демонстрационного стола. При этом оцениваются его знания

и практические умения. Во время фронтальной практической работы оцениваются умения только тех обучающихся, которые находятся под наблюдением.

Контролируются следующие элементы:

- подготовка опыта, сборка прибора;
- правильное и последовательное выполнение операций;
- полнота наблюдений;
- правильность объяснений и выводов;
- теоретическое обоснование;
- соблюдение чистоты и порядка на рабочем месте;
- соблюдение правил техники безопасности;
- уборка рабочего места;
- составление отчета.

Практические работы позволяют осуществить контроль за сформированностью практических умений и навыков при работе с лабораторным оборудованием и реактивами. Они выявляют способность обучающихся соединять теоретические знания и прогнозы, сделанные на их основе, с умениями осуществлять их на практике [5].

При проведении практических работ производится [4]:

1. Оценка химико-экспериментальных умений, которая включает:
 - правильное обращение с простейшими приборами, реактивами и лабораторным оборудованием;
 - нагревание, фильтрование;
 - правильное обращение с растворами кислот и щелочей;
 - приготовление растворов с заданной концентрацией растворенного вещества;
 - титрование и определение концентраций растворов кислот и щелочей;
 - соблюдение техники безопасности, оказание первой медицинской помощи;
 - качественное определение катионов и анионов.
2. Практический контроль расчетных умений, включающий в себя расчеты:
 - относительных молекулярных масс и молярных масс веществ по химическим формулам;
 - эквивалентных масс и объемов;
 - массовой доли и масс растворенного вещества, масс растворителя и раствора;
 - масс, количеств вещества и объемов газов (н.у.) по известному количеству вещества одного из вступивших в реакцию или получившихся веществ;
 - теплового эффекта химических реакций;
 - возможности протекания химических реакций;
 - скорости химических реакций;
 - основных свойств растворов неэлектролитов и электролитов;
 - основных химических показателей качества воды;
 - электродвижущей силы гальванических элементов.
3. Оценка символично-графических умений, включающих:
 - изображение химических символов;
 - составление химических формул и уравнений;
 - составление электронных и электронно-графических схем атомов химических элементов;
 - составление уравнений окислительно-восстановительных реакций с электронным балансом;
 - составление уравнений диссоциации кислот, щелочей, солей, полных и сокращенных ионных уравнений изученных реакций;
 - составление уравнения реакций, характеризующих свойства органических соединений, их генетическую связь;
 - изображение схем коллоидных частиц;
 - составление схем взаимосвязи свойств и применение веществ;
 - использование технологических схем химических производств.

Наблюдения – систематическое изучение обучающихся в процессе обучения, выявления многих показателей, проявлений поведения, свидетельствующих о сформированности знаний, умений и других результатов обучения. Преподаватель может оценить, как воспринимают и осмысливают курсанты изучаемый материал, какая у них память, в какой мере они проявляют сообразительность и самостоятельность практических умений и навыков.

Проверка конспектов. Записи в тетради способствуют контролю и самоконтролю не только знаний, но и развитию памяти (слуховой, зрительной, моторной), воспитанию культуры интеллектуального труда.

Каждый из методов дает возможность проверить только определенные стороны знаний, умений и навыков обучающихся, поэтому при проверке необходимо использовать разные методы. Сочетание различных методов контроля называется комбинированным (уплотненным) контролем. Обычно это сочетание устного, письменного, практического контроля.

В ВИ(ИТ) при обучении дисциплине «Химия» применяется также и тестовый контроль. Основным инструментом такого контроля является тест.

Тестовый способ проверки знаний – быстро развивающееся направление на стыке педагогики, теории измерений, математического моделирования, статистики. Развитие тестирования вносит существенный вклад в процесс реформирования отечественной системы образования и ее интеграцию в мировое образовательное пространство [6].

Тестирование является одной из наиболее технологичных форм проведения контроля. В этом смысле ни одна из известных форм контроля знаний обучающихся с тестированием сравниться не может.

К преимуществам тестирования можно отнести:

- продуктивная работа всей группы;
- рациональное использование времени, экономия большей части занятия для изучения нового материала;
- необходимость систематической подготовки всех обучающихся к каждому занятию;
- мобилизация обучающихся на эффективную работу и достижение высокого результата;
- одновременный контроль знаний и понимания правил, законов, формул; видения круга практических задач и явлений у всей группы, а не отдельных курсантов;
- облегчение проверки и анализа работ обучающихся;
- осуществление хотя и поверхностного, но полного охвата всего учебного материала;
- снижение воздействия негативного влияния на результаты тестирования таких факторов, как настроение, уровень квалификации и других характеристик конкретного преподавателя, то есть минимизация субъективного фактора при оценивании ответов;
- высокая объективность и, как следствие, большее позитивное стимулирующее воздействие на познавательную деятельность обучающегося;
- осуществление принципа индивидуализации и дифференциации обучения благодаря использованию адаптивных тестов;
- возможность увеличить частоту и регулярность контроля за счет экономии времени выполнения заданий;
- возможность количественно учесть результаты ответов, что способствует объективности проверки.

Тестирование является значительным шагом на пути развития методики контроля за усвоением обучающимися учебного материала. Введение тестирования позволяет осуществить плавный переход от субъективных и во многом интуитивных оценок к объективным обоснованным методам оценки результатов обучения.

Можно выделить и отрицательные моменты использования тестирования:

- готовый ответ исключает умственную деятельность обучающихся, связанную с конструированием ответов;

- выбор неправильного ответа способствует закреплению ошибок, допущенных при ответе;
- не все изученное по курсу химии может быть проверено при тестировании (например, трудно учесть экспериментальные навыки и умения и т.д.);
- отсутствие личного контакта не дает возможности преподавателю так глубоко изучать своих учеников, как при устной проверке.

При подготовке материалов для тестового контроля необходимо придерживаться следующих основных правил:

- нельзя включать ответы, неправильность которых на момент тестирования не может быть обоснована обучающимися;
- неправильные ответы должны конструироваться на основе типичных ошибок и должны быть правдоподобными;
- правильные ответы среди всех предлагаемых ответов должны размещаться в случайном порядке;
- вопросы не должны повторять формулировок учебника;
- ответы на одни вопросы не должны быть подсказками для ответов на другие;
- вопросы не должны содержать «ловушек».

Тестовые задания для текущего контроля формируются так, чтобы охватить все важнейшие элементы знаний, компетентностей, умений по данной теме. После завершения работы обязательно анализируются допущенные обучающимися ошибки.

Тесты могут содержать задания разного уровня сложности. Это задания на:

- «узнавание», когда объем заданий небольшой и выполнение не требует много времени (на выполнение одного задания достаточно 1...2 мин);
- написание химических формул, уравнений (до 5 мин);
- решение задач (10...15 мин).

Уровни контроля и проверки знаний по химии

В соответствии с требованиями стандарта по химии и выбранных из федерального списка учебников преподаватель химии во время проверки и контроля знаний по предмету может ориентироваться на следующие уровни.

Первый уровень – репродуктивный. Выполнение обучающимися заданий этого уровня опирается в основном на память. Достижение этого уровня предполагает у обучающихся:

- знание названий отдельных химических элементов, веществ и реакций;
- умение устно или письменно описывать химические факты, понятия или явления (реакции);
- понимание роли, значения или применения отдельных химических веществ или реакций;
- применение химической символики – химических знаков, формул и уравнений;
- знание некоторых используемых в химии приборов, умение собирать простейшие из них и использовать при выполнении химического эксперимента.

Для проверки знаний и умений, соответствующих первому уровню, используется репродуктивный вид заданий, предполагающий воспроизведение обучающимися отдельных знаний и умений. Проверка первого уровня знаний легко осуществляется формами автоматизированного учета.

Второй уровень – продуктивный. Достижение этого уровня предполагает у обучающихся:

- понимание формулировок важнейших химических понятий, законов, теорий и применение их в аналогичных ситуациях;
- умение устанавливать взаимосвязь между составом, строением и свойствами химических веществ;
- умение проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям;

– умение самостоятельно проводить химический эксперимент по инструкции учебника или по указанию преподавателя и фиксировать его результаты.

Для проверки умения применять эти знания в учебной практике используются задания, выполнение которых возможно не только на основе памяти, но и на основе осмысления. Поэтому наряду с психологической операцией воспроизведения широко используются узнавание и явление переноса. Для выполнения таких заданий требуется более напряженная мыслительная деятельность обучающихся, чем при выполнении заданий на первом уровне.

Третий уровень – творческий. Достижение этого уровня предполагает у обучающихся:

– умение прогнозировать свойства химических веществ на основе знания об их составе и строении и, наоборот, предполагать строение веществ на основе их свойств;

– понимание факторов, позволяющих управлять химическими реакциями (скоростью, направлением, выходом продукта);

– умение проектировать, осуществлять химический эксперимент, а также фиксировать и анализировать его результаты;

– умение ориентироваться в потоке химической информации, определять источники необходимой информации, получать ее, анализировать, делать выводы на ее основе и представлять в соответствующей форме;

– умение осознавать вклад химии в формирование целостной естественно-научной картины мира.

Для проверки знаний, соответствующих третьему уровню, и умения применять их в учебной практике используется рефлексивный вид заданий, выполнение которых опирается на репродуктивные знания, но требует глубокого осмысления, владения логическими приемами умственной деятельности (анализ, синтез, обобщение, конкретизация, сравнение, абстрагирование, классификация) [7].

При использовании всех видов контроля обучения химии необходимо учитывать степень достижения целей обучения через следующие показатели:

– объем знаний и умений, определяемый Стандартом образования по химии и конкретной программой изучения курса;

– качество знаний, которое включает в себя их научность, осознанность, систематичность, конкретность, прочность, связь с жизнью и пр.

Научность и осознанность знаний подразумевают понимание содержания, умение систематизировать, объяснять изученное содержание, приводить примеры. Систематичность означает внутрипредметные связи, последовательность развития понятий. Конкретность знаний предполагает, что обучающиеся ясно представляют себе физические и химические свойства изученных веществ, зависимость их свойств от состава и строения. При проверке прочности знаний обращается внимание на знание обучающимися основного, ранее изученного материала, связанного с текущим материалом темы или урока. Связь с жизнью предполагает умение обучающихся объяснять происходящие в природе и в быту явления с научной точки зрения, а также правильно применять полученные знания в своей профессиональной деятельности [3].

Универсального способа контроля, с помощью которого можно было бы выявить все результаты усвоения, нет, поэтому нужно использовать разнообразные формы и методы контроля, более широко использовать задания для развития умений обучающихся применять знания в нестандартных ситуациях. Контроль результатов обучения, как и все обучение химии, носит системный характер и осуществляется в разных формах, видах и методах.

Через организацию системы контроля знаний в обучении химии можно повысить качество знаний обучающихся.

Литература

1. Контроль, оценка и учет знаний и умений по химии. URL: <https://mspak.herzen.spb.ru/> (дата обращения: 10.04.2017).

2. Формы и виды контроля знаний учащихся по неорганической химии. URL: <http://globuss24.ru/doc/> (дата обращения: 13.04.2017).
3. Повышение качества знаний учащихся через организацию системы контроля знаний в обучении химии. URL: <http://gigabaza.ru/doc/38039.html> (дата обращения: 13.04.2017).
4. Корпорация Российский учебник. URL: https://урок.рф/library/vidi_kontrolya_na_urokah_himii_120636.html (дата обращения: 10.04.2017).
5. ИНФОУРОК. URL: <https://infourok.ru/statya-razvitie-navikov-samokontrolya-v-processe-obucheniya-matematike-1327878.html> (дата обращения: 13.04.2017).
6. Тестовая система компьютерного контроля. URL: <http://works.doklad.ru/view/qqlO4Cj8FkE/2.html> (дата обращения: 13.04.2017).
7. Библиофонд. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx> (дата обращения: 13.04.2017).

О ПРОБЛЕМАХ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБОЛОЧКИ ИНТЕРАКТИВНОГО КОМПЛЕКСА ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Анализируются проблемы выбора программного инструментария при формировании управляющей оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы в пожарно-технических вузах. Приводятся основные требования к такому программному инструментарию, сравниваются достоинства и недостатки применения языков высокого уровня и инкорпорации интерфейса традиционных браузеров.

Ключевые слова: внеаудиторная самостоятельная работа, интерактивный комплекс, информационная поддержка, методическая поддержка, браузер, табличный процессор, электронная таблица

ON THE PROBLEMS OF THE CHOICE OF SOFTWARE TOOLS FOR THE FORMATION OF THE SHELL OF AN INTERACTIVE COMPLEX OF INFORMATION AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR OUT-OF-CLASS INDEPENDENT WORK

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

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

The article analyzes the problems of the choice of software tools for the formation of the control shell of an interactive complex of information and methodological support for out-of-class independent work in fire-technical universities.

Keywords: out-of-school independent work, interactive complex, information support, methodological support, browser, table processor, spreadsheet

Адольф Дистервергу приписывают афоризм, который можно также считать предпосылкой организации внеаудиторной самостоятельной работы: «Плохой учитель преподносит истину сам, хороший – учит ее находить самостоятельно». Специфика реализации учебного процесса в пожарно-технических вузах допускает периодические пропуски курсантами и студентами аудиторных занятий по причинам, связанным с функционированием дежурного караула учебной пожарной части, иных служебных командировок, а так же службы в составе внутреннего наряда. Кроме того, существуют и традиционные причины не присутствия на занятиях: опоздания и пропуски плановых занятий по неуважительным причинам, болезнь, принятие участия в спортивных соревнованиях. При этом часто нет возможности оперативно организовать дополнительные занятия с курсантами и студентами, поэтому возрастает роль внеаудиторной самостоятельной работы.

Учет дидактических, психологических, организационно-деятельностных, методических, логических и других факторов при планировании и организации внеаудиторной самостоятельной работы предполагают использование такой модели этого процесса, которая бы позволила:

- инкорпорировать внеаудиторную самостоятельную работу в реалии пожарно-технического вуза при должном развитии внутривузовских информационно-коммуникационных ресурсов;

- обеспечить свободный и оперативный доступ обучающихся к разнообразным источникам учебной информации, которые позволят им в ходе самостоятельной работы освоить дидактические единицы, изучаемые на пропущенных плановых занятиях;

- представить учебную информацию в форме, максимально адаптированной к познавательным возможностям обучающегося;

- обеспечить поддержку процесса самоконтроля, который по позволит обучающемуся быть уверенным в готовности к последующим плановым занятиям;

- максимально скомпенсировать отсутствие оперативной помощи со стороны преподавателя и других обучающихся.

При этом тривиальная конвертация разработанных для проведения пропущенных занятий методических материалов не позволяет в полной мере использовать потенциальные возможности современных информационно-коммуникационных технологий, поскольку необходимо обеспечить:

- привычный или интуитивно понятный для обучающегося интерфейс;

- использование широкого ансамбля форм отображения информации (текст, графика, звук, мультимедиа);

- минимизацию объема комплекса для обеспечения возможности переноса и хранения информации на различных носителях;

- обеспечение обучающемуся пользователю необходимой контекстной помощи;

- возможность гибкого и оперативного сопровождения образовательного контента в традиционных форматах (например *.doc, *.html, *.pdf) без подключения процедур, операторов и функций языков высокого уровня при минимальной трудоемкости;

- расширяемую архитектуру интерактивного комплекса на основе применения собственных надстроек и сторонних расширений;

- поддержку работы с различными операционными системами в части использования программного продукта различными гаджетами (офисные ПК, электронные доски, ноут-и нэтбуки, планшетные ПК, смартфоны);

- решение проблем соблюдения авторского права производителей программного инструмента, а также сопутствующих ему финансовых проблем.

Естественным путем решения проблемы создания оболочки интерактивного комплекса было бы применение аппаратных и программных средств управления базами данных, предлагаемых производителями и дополненными необходимыми надстройками, которые могут обеспечить информационно-методическую поддержку внеаудиторной самостоятельной работы курсантов и студентов пожарно-технических вузов. Некоторые производители, например IBM и Oracle, а также отдельные университетские команды

предлагают комплексные услуги в виде пакета программного обеспечения с необходимыми надстройками, которые могут обеспечить технические возможности построения процесса, прежде всего, дистанционного обучения [1].

Примером такого продукта может служить система WebCourse in a Box, разработанная в университете штата Айдахо. Минимальная стоимость поддержки программного обеспечения 3 000 долл. Эксперимент с бесплатной версией WebCourse* in a Box, находящийся еще на стадии опытной эксплуатации, показал, что это трудноадаптируемый программный продукт.

Программный комплекс Virtual-U, особенностью которого является возможность поддержки всего жизненного технологического цикла дистанционного обучения, разработан достаточно небольшим коллективом преподавателей канадского университета Саймона Фрезера, написан на языке Perl и предполагает установку операционной системы Sun Solaris. Есть возможность попробовать проектирование учебного курса и управление содержанием курсом через Интернет в тестовом режиме, но за дальнейшее применение этого программного комплекса придется платить от 500 долл. до 10 000 долл. в зависимости от числа обучающихся.

Требует также внимания разработка фирмы Lotus Development, которая активно продвигает программный комплекс LearningSpace, предполагающий непременно установку специфического программного продукта в виде сервера Lotus Domino, без которого затруднительна работа с этой информационной средой. При лицензировании LearningSpace отдельно лицензируется сервер Lotus Domino, ориентировочной стоимостью около 7 000 долл. и отдельно обучающиеся при стоимости для каждого обучающегося около 40 долл.

Разработчики системы Action предлагают объектно-ориентированную среду, позволяющую объединять в одном продукте наиболее применяемые объекты мультимедиа технологии, например, можно вставить в программу как статические тексты и графические изображения, так и необходимые управляющие объекты, например кнопки.

Информационная среда ToolBook по сравнению с системой Action представляется еще более разветвленным, гибким и мощным инструментом разработки приложений. Кроме функций, уже имеющихся в Action, ToolBook снабжено множеством новых возможностей, которые позволяют ее применять для формирования контента профессиональных мультимедиа-приложений, для чего в эту систему встроен специальный язык описания сценариев OpenScript. Наличие специального языка, с одной стороны, затрудняет быстрое освоение системы преподавателем, с другой стороны, появляется возможность интерпретации системой действий пользователя, то есть обучающегося и облегчается использование библиотек динамической компоновки (технология DLL) и стандарта DDE, который основан на реализации коммуникационного протокола операционной системы Windows и позволяет интегрирование нескольких приложений, например, вызвать любую другую программу, поддерживающую данный протокол, будь то Word, Excel или универсальный проигрыватель, что расширяет степень интегрированности разрабатываемых приложений в информационно-коммуникационную среду учебного заведения.

Из отечественных разработок интересен программный комплекс ОРОКС, который реализован в виде набора скриптов преподавателями Московского государственного института электронной техники на языке Perl, и является многофункциональной сетевой оболочкой для создания учебно-методических модулей и организации обучения с удаленным доступом.

Пакет eLearning Office 3000 разработан петербургской фирмой ТрансКам и предназначен для организации полного цикла дистанционного обучения. Он состоит из трех компонентов: ePublisher для быстрого создания электронных учебных пособий; eAuthor для составления дистанционных курсов: учебного материала в мультимедийной форме, систем тестирования, полнотекстовой поисковой системы по материалу учебника – и обеспечения связи с web-сайтом Учебного центра; eBoard для организации и управления лекциями, семинарами, конференциями в интернете. Однако при работе с этим пакетом могут возникнуть проблемы при работе с некоторыми браузерами, что затрудняет его использование во внеаудиторном пространстве.

Готовым комплексным решением для проведения тестирования в рамках образовательных учреждений является пакет программ SunRav TestOfficePro. В тесте можно использовать различные шрифты, формулы, схемы, таблицы, аудио- и видео- файлы, HTML документы и любые OLE документы.

Общим для этих программных комплексов является их нацеленность на создание, прежде всего, дистанционных курсов, и отсюда следуют и проблемы, которые проявляются при создании оболочки интегративного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы:

- платное лицензирование программного обеспечения, в том числе и со стороны конечного пользователя, которое затрудняет его применение для информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы курсантов и студентов, обучающихся в пожарно-технических вузах;

- неоправданно большое количество всевозможных меню, связанных с функциями удаленного доступа и затрудняющих на первых порах работу преподавателя с системой;

- освоение структурированного при этом интерфейса интегративного комплекса со стороны конечного пользователя, как правило, требует дополнительных усилий [2].

Таким образом, предлагаемый на современном образовательном рынке Российской Федерации программный продукт в виде специализированных систем не в полной мере удовлетворяет требованиям создания оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы курсантов и студентов пожарно-технических вузов, поэтому необходим поиск оригинального решения данной проблемы.

Для создания простого электронного учебника на основе линейного текста нет необходимости прибегать к сложным языкам программирования. Для создания такого учебника, который содержит материал обычного печатного учебника, переведенный в электронный вид с наличием некоторых ссылок достаточно простого HTML-языка, например FrontPage или DreamViewer. Он позволяет обучающемуся пользователю использовать привычный интерфейс распространенных браузеров, например Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrom, Opera. Для формирования системы самоконтроля следует использовать нечто более удобное, чем язык разметки гипертекста. Наиболее эффективным инструментом для написания самого программного обеспечения управляющей оболочки интерактивного комплекса является визуальный язык программирования. В настоящее время существует достаточно большое количество языков высокого уровня таких, как C/C++, Object Pascal/Delphi, Visual Basic, Java/ JavaScript, Perl.

Язык C++ в настоящее время считается одним из господствующих языков, используемых для разработки коммерческих программных продуктов и является языком программирования общего назначения. Естественная для него область применения – системное программирование, понимаемое в широком смысле этого слова. К достоинствам языка C++ относится его масштабируемость, то есть возможность разработки оболочки интерактивного комплекса для самых различных платформ и систем, совместимой с уже существующей информационной средой вуза, а также работой на низком уровне с памятью, адресами, портами, которая может при умелом использовании существенно сократить объем программного продукта. Однако подключение интерфейса внешнего модуля через препроцессорную вставку заголовочного файла серьезно замедляет компиляцию при подключении большого количества модулей. Кроме того, язык C++ является сложным для изучения, а создание оригинального программного продукта является весьма трудоемким процессом.

Delphi – это система программирования, базирующаяся на языке программирования (Object Pascal), имеющая свой редактор, компилятор и отладчик. Написание приложения на Delphi сводится к компоновке на экране объектов, имеющих определенную графическую интерпретацию, и подключению строк кода, как и в программе на любом другом языке. Другими словами, Delphi просто реализует визуальную концепцию программирования, что снижает трудоемкость самого процесса. Однако вместе с тем система Delphi предназначена

для тех же целей (или может использоваться в тех же целях), что и рассмотренные авторские системы. Назначение и визуальная концепция программирования – то, что объединяет такие среды, как LinkWay, Action, Multimedia ToolBook с Delphi.

Сравнивая Delphi с вышеописанными системами LinkWay, Action, Multimedia ToolBook, нужно признать, что такое сравнение не совсем правомерно. Дело в том, что вышеперечисленные системы являются авторскими, то есть созданы для пользователей, не знакомых глубоко с программированием на языках высокого уровня и разрабатывающих при этом работоспособные приложения.

Для создания относительно небольших программных модулей интерактивного комплекса можно использовать Visual Basic, который уже давно стал одним из наиболее популярных инструментов для разработчиков программного обеспечения и выгодно отличается от других языков программирования своей простотой и наглядностью, а также встроен в программы семейства Microsoft Office. С его помощью можно управлять этими программами из других программ, хотя при этом надо быть готовым к значительному числу ошибок в новой технологии работы с базами данных ActiveX Data Objects и неудовлетворительному объему и качеству встроенной справочной системы.

Таким образом, оптимальным представляется применение таких программных инструментов, как FrontPage или DreamViewer при формировании информационного поля формата *.html и макросами формата *.xls, которые дополняют возможности табличного процессора Excel в поддержки процесса самоконтроля. А проблемы совместимости форматов *.html *.xls в рамках формирования оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы решают программные решения, предложенные в работе [3].

Литература

1. Государев И.Б. Развертывание и интеграция инновационных учебных сред: бордкастинг, облачные хостинги и edX // Компьютерные инструменты в образовании. 2014. № 1. С. 26–35.
2. Фролова Т.М. Организационно-педагогические условия оптимизации современных информационных технологий в учебно-методическом обеспечении образовательного процесса в вузе МВД России // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. № 4 (56). 2012. С. 237–242.
3. Гладкий А.А., Чиртик А.А. Excel. Трюки и эффекты. СПб.: Питер, 2006. 368 с.

ВИДЕОЛЕКЦИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ВУЗОВ МЧС РОССИИ

И.Н. Пожаркова, кандидат технических наук, доцент.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск.

А.Н. Лагунов, кандидат педагогических наук;

Е.Ю. Трояк;

М.В. Гапоненко.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

г. Железногорск

Рассматриваются различные типы обучающих видеолекций, использующихся в виртуальной образовательной среде, анализируются их достоинства и недостатки, особенности восприятия обучающимися, а также возможные ограничения в их применении. Предлагается технология подготовки слайд-лекций, описываются эффективные варианты создания звукового

сопровождения и видеопотока слайд-лекции с использованием современных программных средств.

Ключевые слова: видеолекция, слайд-лекция, дистанционное обучение, виртуальная образовательная среда

VIDEO LECTURES IN DISTANCE LEARNING UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA

I.N. Pozharkova. Siberian federal university, Krasnoyarsk.

A.N. Lagunov; E.Y. Troyak; M.V. Gaponenko.

Siberian fire and rescue academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk.

Discusses the various types of educational video lectures used in a virtual learning environment, analyzes their advantages and disadvantages, peculiarities of perception of the learners as well as possible limitations in their application. Offers technology training slide lectures, and describes efficient ways of creating audio and video slide lectures using modern software tools.

Keywords: video lecture, slide lecture, distance learning, virtual educational environment

В настоящее время система заочного и дистанционного образования, в том числе в инженерно-технических вузах МЧС России, зачастую не может полагаться исключительно на традиционные методы обучения, и все более широкое распространение получают новые технологии. В виртуальной образовательной среде большое значение приобретают видеолекции, являющиеся ценным инструментом обучения. Именно видео способно создать у слушателя наиболее близкое к реальности ощущение присутствия на лекции [1]. Кроме того, самостоятельное обучение с использованием телекоммуникационных технологий, создает предпосылки для формирования у обучающихся готовности к научно-исследовательской деятельности, проявляющейся, в частности, в практическом умении работать с научной информацией и интерпретировать ее [2]. Таким образом, видеолекции являются эффективным современным инструментом, позволяющим повысить усвоение обучающимися теоретического материала, стимулировать их самообразование, служить основными или дополнительными учебными материалами, сократить аудиторную нагрузку преподавателя. Поскольку видеолекции являются своего рода архивом информации по дисциплине, они могут применяться преподавателями в учебных или профессиональных целях, а также их использование позволит снизить зависимость учебного процесса от наличия или отсутствия преподавателя.

Следует отметить, что курсы видеолекций создаются не с целью полной замены традиционной диалоговой среды обучения, так же, как заочное образование не стремится полностью заменить очную форму обучения. Видеолекции – это лишь одно из средств обучения, использование которых позволяет организовать образовательную среду с применением телекоммуникационных технологий.

Однако на практике процесс создания видеолекций проработан недостаточно и зачастую вызывает трудности, в том числе, связанные с особенностями обучения по техническим дисциплинам, предполагающими передачу информации обучающимся от лектора не только вербально (речь), но и используя язык символов (например, для записи формул), графических изображений. Таким образом, актуальным является решение задачи разработки эффективной технологии создания обучающих видеолекций, а также интеграции подобного информационного ресурса в учебный процесс образовательных учреждений МЧС России.

Выделяют следующие типы видеолекций [3]:

1. Видеозапись лектора на соответствующем тематическом фоне, с использованием фрагментов презентационного материала. В такой лекции преподаватель-лектор («говорящая голова»), оставаясь за столом практически неподвижным в течение всей лекции, излагает учебный материал, сопровождая свой рассказ демонстрацией графического материала, формул,

схем и т.д. Это наименее продуктивная и неэффективная форма дистанционного обучения. Она быстро утомляет обучающихся, поскольку не позволяет задействовать все три уровня мышления: предметно-чувственный, понятийно-логический и образно-эмоциональный и структурировать информацию таким образом, чтобы происходило переключение с одного уровня мышления на другой, что необходимо для эффективного усвоения информации [4]. Оборудованием, требуемым для создания лекции данного типа, являются: видеокамера, микрофон, интерактивная доска, персональный компьютер для монтажа видео и подготовки его к публикации.

2. Живая запись. Это запись вузовских лекций непосредственно в помещении, где проводится аудиторное занятие. Несмотря на невысокую их ценность, все же создается «эффект присутствия» в аудитории, поскольку вместо «говорящей головы» зритель видит, хотя и в записи, но живое общение преподавателя с обучающимися. Однако лекция такого типа, в отличие от предыдущего, предполагает наличие не только оператора, но и режиссера, и специалиста по компьютерному нелинейному монтажу видеоматериалов, а также требует наличия двух и более видеокамер и радиомикрофонов для записи изображения и звука (речь лектора, вопросы аудитории) с разных точек. Кроме того, хронометраж данной лекции будет, безусловно, выше, чем у аналогичной лекции первого типа, поскольку часть материала на аудиторном занятии дается под запись. Это влечет за собой, с одной стороны, снижение зрительского внимания обучающегося при длительном просмотре и, как следствие, ухудшение усвоения информации, с другой стороны – увеличение объема соответствующего видеофайла, а, следовательно, возрастают и технические требования к серверу учебного заведения или арендуемому им хостингу, на которых размещаются информационные ресурсы виртуальной образовательной среды вуза.

Главной проблемой создания лекций первых двух типов является то, что качество видеолекции, а, следовательно, интерес к ней обучающихся, в значительной степени определяется тем, насколько свободно физически и раскованно в эмоциональном отношении чувствует себя лектор перед объективом видеокамеры. Основной трудностью является отсутствие у преподавателей навыка работы «перед камерой». Кроме того, на качество учебного видео оказывают влияние такие факторы, как привлекательность или непривлекательность внешнего вида видеолектора, особенности его речи (четкость артикуляции, повторы, речевые ошибки и т.д.). Также зрителям не безразличны манера поведения лектора, его жестикуляция, мимика, используемая лексика. Отрицательное впечатление производят менторский тон оратора, его скованность, напряженность позы, монотонность, скороговорка. Перечисленные факторы в условиях непосредственного общения с обучающимися могут быть «смягчены» эффектом присутствия преподавателя, а в ситуации работы с видеоматериалом проявляются особенно ярко. Для того чтобы создать качественную видеолекцию таких типов, необходимо, помимо редактирования и режиссирования видеоматериала, во время которых устраняются все шероховатости и «ляпы» лектора, уделить внимание предварительной подготовке преподавателя с привлечением психолога и, возможно, специалиста по актерскому мастерству.

3. Слайд-лекции. Данные лекции являются наиболее простыми по исполнению, и представляют собой запись закадрового голоса, сопровождаемую показом набора слайдов, дающих текстовое и графическое сопровождение лекции. Видеоряд в таком случае занимает ключевое место, что вполне соответствует тому, что у большинства людей доминирующим каналом восприятия информации является именно зрительный канал [5]. Этот тип видеолекции максимально приближен к документальному учебному фильму, ощущение виртуального общения в таком случае полностью теряется. К несомненным достоинствам такого вида лекций следует отнести то, что функцию по их созданию в значительной степени можно перенести с преподавателя на технических специалистов.

Нужно отметить, что в слайд-лекции используется как естественный, разговорный язык общения, так и условный язык графических изображений (статических и динамических иллюстраций), язык математических, химических, логических формул и выражений. Кроме

того, в слайд-лекцию могут включаться: демонстрации различных опытов, проводимых в учебных лабораториях; видеозаписи технологических процессов реальных производственных предприятий; компьютерные модели химических, физических и других процессов; фрагменты из учебных фильмов; материалы, доступные в сети Интернет, и т.д.

Процесс подготовки слайд-лекции, можно разделить на следующие этапы:

1. Создание звукового сопровождения (аудиодорожки).

Данный процесс включает в себя создание закадрового голоса видеолекции путем чтения предварительно подготовленного текста самим лектором либо специализированной программой.

Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки. Первый – проблемы, сходные с теми, которые возникают при видеозаписи лектора, а именно то, что требует навыков работы преподавателя у микрофона, наличия хорошей дикции, отсутствие у него страха и скованности, отсутствие в речи слов и выражений «паразитов» и т.д. Однако неоспоримым достоинством этого способа является то, что при грамматически и эмоционально правильном построении речи лектором удастся при помощи правильно используемых интонаций, ритма, пауз сделать материал более доступным, расставить акценты, установить психологический контакт с обучающимися, облегчить понимание, что делает процесс усвоения теоретической информации посредством такой видеолекции более эффективным. Подготовка текста для чтения требует обозначения мест, соответствующих моментам переключения слайдов и/или запуска анимации и расшифровку сокращений, аббревиатур и т.п., в том случае, если текст будет читать не сам преподаватель, а, например, профессиональный диктор.

При использовании второго способа – «чтении» текста специальной программой речевого синтеза (например, свободно распространяемыми программами ICE Book Reader, Balabolka, Cool Reader, а также приложением Siri, входящем в состав операционной системы iOS), следует выделить следующие недостатки: необходимость предварительной доработки текста для правильного произношения программой, направленной на устранение сокращений (т.д., т.е. и пр.), расшифровку аббревиатур, преобразование сложных слов, замена буквы «е» на «ё» в словах, где это требуется, и т.д. Восстановление буквы «ё» в словах, где по правилам русского языка она должна употребляться, или «ёфикация», может быть произведено автоматически, используя, например, надстройку к MS Word, устанавливаемую приложением Rus [6].

Практика показывает, что несмотря на описанную доработку текста, в речи, синтезируемой программой, наблюдаются дефекты, связанные с неправильной постановкой ударений, а также чтение оказывается обезличенным, сухим, монотонным, лишенным эмоций, что ухудшает восприятие материала. Хотя, нельзя отрицать, что использование такого подхода позволяет минимизировать участие преподавателя, ответственного за дисциплину, в процессе создания видеолекции, и свести его к начальной подготовке материала и контролю конечного видеопrodukта.

2. Создание видеопотока (видеодорожки).

Видеопоток создается на основе набора специально подготовленных и анимированных слайдов в формате MS PowerPoint, объемом около 20 на 10 мин лекции, которые дают текстовое и графическое сопровождение лекции. Дополнительная анимация, такая как всплывающий текст, динамические иллюстрации и т.п., вводится для расстановки акцентов на наиболее важных фрагментах лекции, привлечения внимания зрителя, используя эффект эмоционального оживления. Создание видеопотока осуществляется методом видеозахвата с экрана компьютера (скринкастинга) средствами специальных приложений, например программы Atomi Active Presenter (распространяется свободно) [7]. Для этого необходимо активировать соответствующий процесс в указанной программе, затем запустить презентацию, переключая слайды в соответствии с содержанием предварительно записанного звукового сопровождения лекции (рис. 1).

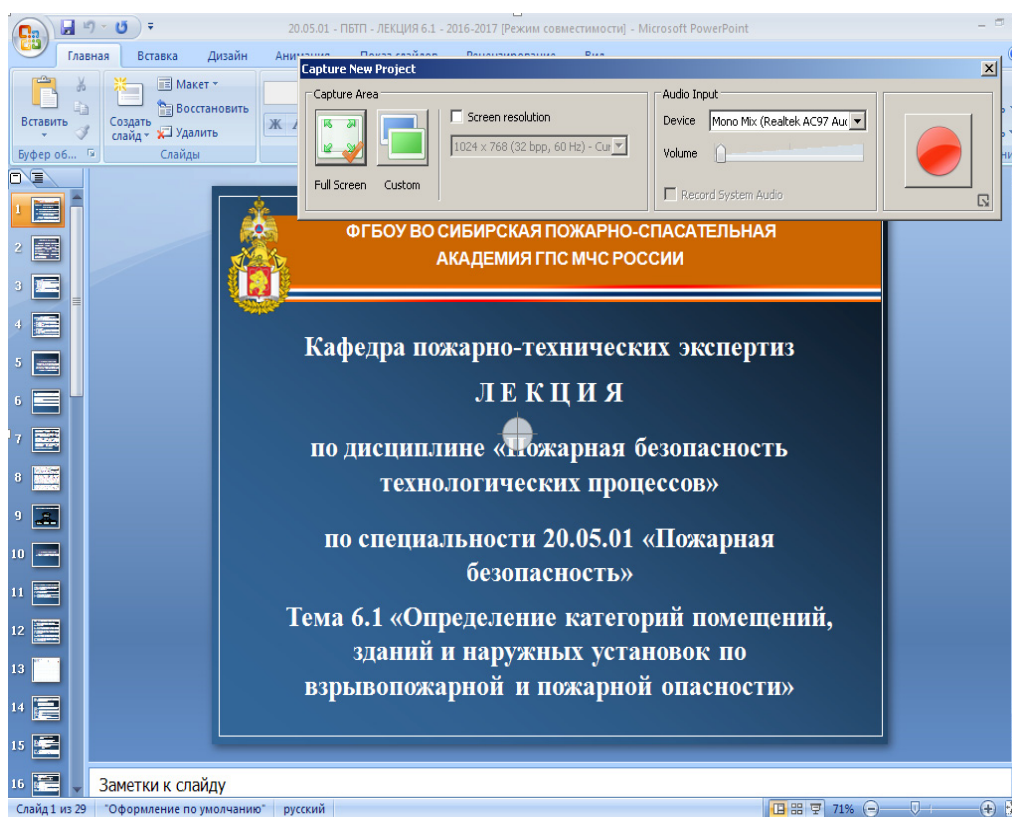


Рис. 1. Запуск процесса скринкастинга в программе Atom Active Presenter

3. Монтаж видео.

Монтаж видео может быть как линейным, то есть заключаться в совмещении аудиодорожки и видеопотока, так и нелинейным, если предусматривается внедрение в видео дополнительных фрагментов (например видео с демонстрацией опытов, отрывков из учебных фильмов других авторов и т.п.), наложение дополнительных эффектов, таких как подсветка области экрана, на которой нужно сфокусировать внимание зрителя, приближение, вставка текстовых комментариев и пр. Данные операции позволяют сделать программы компьютерного видеомонтажа, в частности, упомянутая выше, Atom Active Presenter.

4. Конвертация видео в формат avi, mp4, FLV и другие, осуществляющиеся программой видеомонтажа.

Время конвертации близко к длительности видеопотока в том случае, если не используется дополнительное сжатие, и возрастает при сохранении видео в меньшем разрешении относительно исходного, что, как правило, преследует цель минимизировать объем видеофайла. Формат видеофайла выбирается в зависимости от того, какой именно формат поддерживает виртуальная образовательная среда вуза или используемый видеохостинг.

Приблизительный хронометраж процесса создания слайд-лекции на примере лекции по теме «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов» (при имеющейся текстовой методической разработке объемом 20 стр. основного текста и презентации в формате MS PowerPoint) в зависимости от способа озвучивания составляет 110–130 мин (табл.).

При использовании для записи звукового сопровождения лекции программы речевого синтеза, этапы 2–4 могут выполняться одновременно, то есть в таком случае время, необходимое на создание видеолекции, сократится до 110 мин.

Требуемым оборудованием для подготовки слайд-лекции в обоих случаях является персональный компьютер; при озвучивании лектором, кроме того, необходим микрофон.

Таблица. Хронометраж процесса создания слайд-лекции

п/п	Этап	Озвучивание лектором, мин	Озвучивание программой, мин
1	Подготовка текстового материала	10	60
2	Запись звукового сопровождения лекции	20	20
3	Устранение дефектов звукового сопровождения	30	0
4	Создание видеоряда	20	20
5	Линейный видеомонтаж	10	10
6	Конвертация в формат mp4 (без сжатия)	20	20
7	Итого	110	130

Процесс подготовки слайд-лекции, охватывающий этапы 1–4, иллюстрируется функциональной моделью (рис. 2, 3), разработанной с использованием методологии структурного анализа и проектирования [8] и включающей в себя следующие функциональные диаграммы IDEF0 – контекстную диаграмму (рис. 2), описывающую систему в целом и ее связь с окружающим миром, и диаграмму декомпозиции, описывающую отдельные подсистемы (рис. 3). В соответствии с нотацией IDEF0 левая сторона блоков предназначена для входов (текст лекции, презентация), верхняя – для управления (требования к слайд-лекции, технологии подготовки текста, записи звука, скринкастинга, видеомонтажа), нижняя – для механизмов (преподаватель, технический специалист, персональный компьютер (ПК), микрофон, программа речевого синтеза, Atomі Active Presenter), правая – для выходов (слайд-лекция). При необходимости дополнительной детализации может быть построена диаграмма IDEF3 для каждого из функциональных блоков диаграммы декомпозиции.

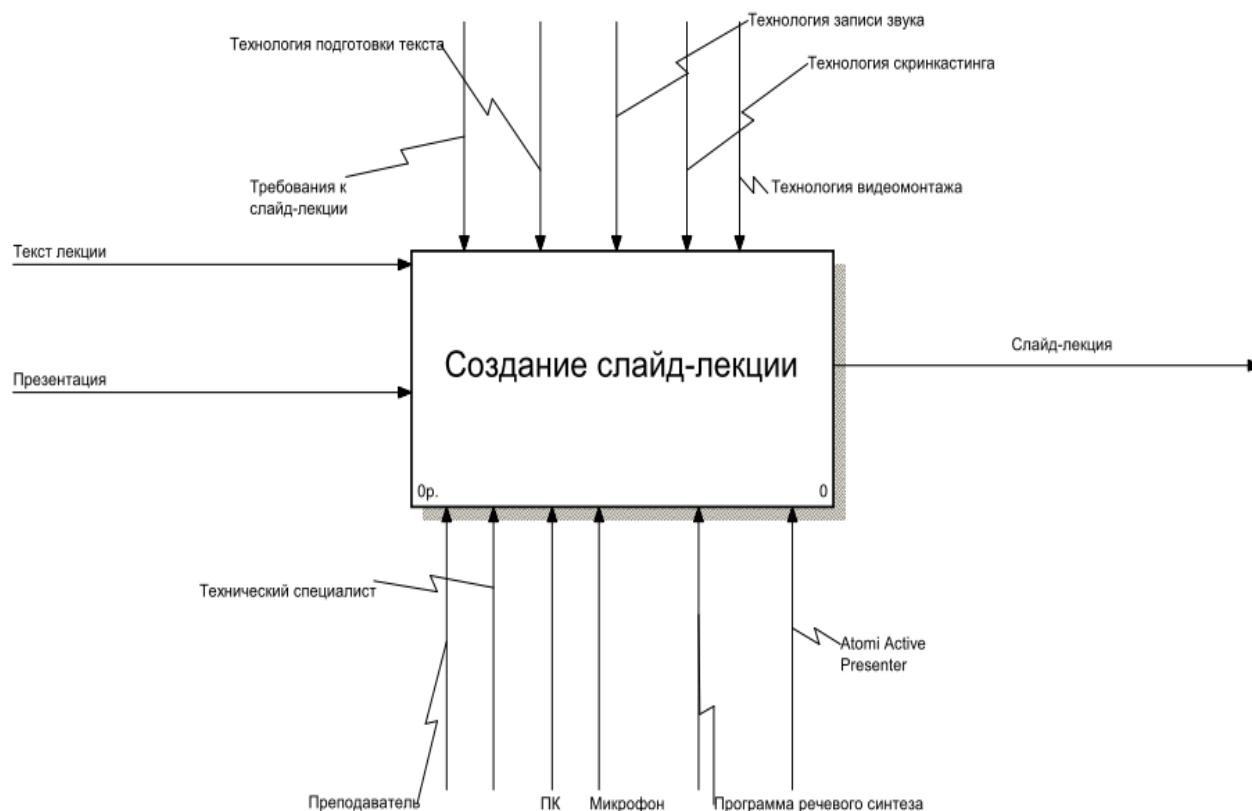


Рис. 2. Контекстная диаграмма создания слайд-лекции

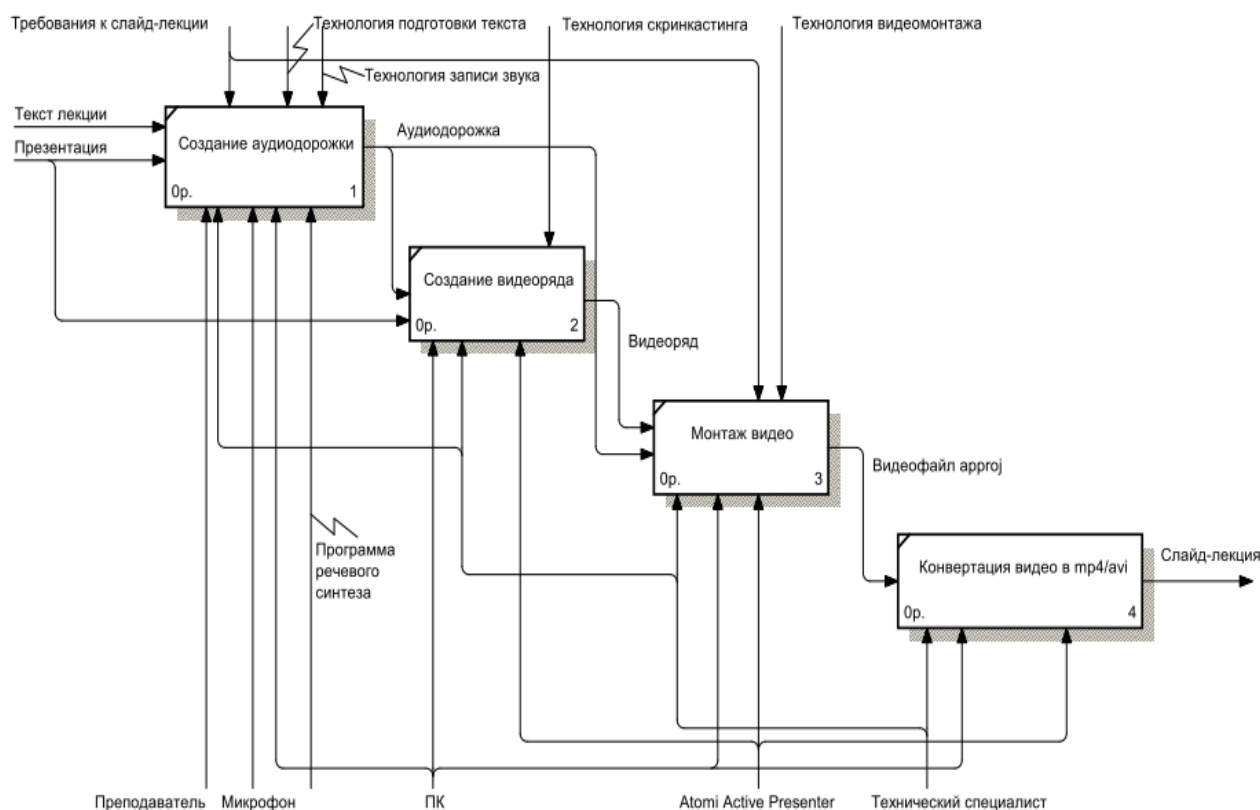


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции создания слайд-лекции

Таким образом, наименее трудоемким по подготовке типом видеолекций, не требующим специальных навыков (актера, режиссера, оператора, видеомонтажера), являются слайд-лекции. Лекции данного типа могут быть созданы без применения специального оборудования, используя только персональный компьютер. Представленная технология подготовки видеолекций также может использоваться для создания других обучающих видеоматериалов, например методических рекомендаций по выполнению практических и лабораторных работ для обучающихся очного и заочного отделений.

В заключение, следует выделить еще один тип обучающего видеоконтента – интерактивные видеолекции, главное отличие которых от описанных ранее заключается в том, что монолог преподавателя в них сопровождается интерактивными заданиями, которые позволяют контролировать усвоение обучающимися материала, а также средства, позволяющие осуществлять дополнительную навигацию по содержанию видеолекции и реализовывать различные уровни ее сложности. В результате обучающийся самостоятельно может выбрать присущий ему индивидуальный темп обучения, в любой момент вернуться к той части информации, которая вызывает у него затруднения, просмотреть ее еще раз. Данные лекции реализуются в специализированном формате Scorm и могут быть внедрены в электронные обучающие системы, такие как «Прометей», «Moodle» и т.п.

Литература

1. Харитонов И.В. Использование учебных фильмов при обучении в вузе // Проблемы и перспективы развития образования: материалы Междунар. заоч. науч. конф. Пермь: Меркурий, 2011. Т. II. С. 197–198.
2. Злотникова Е.А., Лагунов А.Н., Трояк Е.Ю. Состояние проблемы формирования у курсантов МЧС России готовности к научно-исследовательской деятельности // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2017. № 1 (4). С. 46–49.

3. Ахромюшкин Е.А. Классификация видеолекций по педагогическим и технологическим признакам // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. М.: Рособразование, 2006. С. 63–66.
4. Видеолекция как составная часть учебного процесса: метод. указания. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. 35 с.
5. Собчик Л.Н. Стандартизированный многофакторный метод исследования личности СМЛ. СПб.: Речь, 2000. 187 с.
6. Пишите по-русски // Криада. URL: <http://info-7.ru/RusYaz/RusYaz.shtml> (дата обращения: 01.06.2017).
7. Atom Active Presenter. URL: <https://atomisystems.com/activepresenter/> (дата обращения: 01.06.2017).
8. Проектирование информационных систем: курс лекций: учеб. пособие / В.И. Грекул [и др.]. М.: Интернет-ун-т информ. технологий, 2005. 304 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

**Е.Н. Трофимец, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности передачи знаний с использованием технологии компьютерного моделирования. Обоснована возможность и целесообразность использования компьютерной системы MathCad в качестве инструментальной программной среды моделирования в образовательном процессе курсантов. Приведены этапы решения уравнения Пуассона с произвольными граничными условиями в MathCad с использованием функции «relax».

Ключевые слова: подготовка специалистов МЧС России, математическая модель, компьютерное моделирование, информационные технологии, уравнение Пуассона

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES MATHEMATICAL MODELING IN THE UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA

E.N. Trophimets. Saint-Petersburg university of State fire service EMERCOM of Russia

The peculiarities of knowledge transfer using computer simulation technologies. The possibility and expediency of use of computer of MathCad as a tool for software simulation environment in the educational process of military students. The stages of solving the Poisson equation with arbitrary boundary conditions in MathCad using the function «relax».

Keywords: training of specialists of EMERCOM of Russia, mathematical model, computer modelling, information technology, Poisson equation

Актуальность инновационных методов обучения в учебных учреждениях МЧС России в значительной степени обусловлена развитием информационных инструментальных сред, которые позволяют переводить математические модели из классической символьной формы представления в компьютерную и тем самым предоставляют пользователю доступные и эффективные средства всестороннего анализа моделей, что для практической

деятельности Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) играет решающую роль.

Современные информационные технологии – мощный инструмент прогресса в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов МЧС России, поэтому в настоящее время к традиционным стратегическим материальным и энергетическим ресурсам Министерства прибавляется его информационный ресурс.

Современные потребности МЧС России послужили основными предпосылками для широкого распространения технологий компьютерного моделирования в образовательном процессе специалистов Министерства.

В отличие от традиционного процесса обучения использование инновационных методов обучения при переходе от одного уровня обучения к другому учитывают не только факторы сжатия информации в виде активных знаний, из которых следует уменьшение объема информации и повышение емкости получаемых знаний, но и учитывается необходимость защиты курсанта, слушателя, магистра от информационной нагрузки и перегрузки. Это достигается за счет специальной организации базы знаний, доступ к которой возможен в любой точке траектории обучения на текущем уровне (кроме этапов контроля и оценки).

Одним из ключевых элементов в процессе математической подготовки специалистов МЧС России инженерно-технического профиля является математическое моделирование с использованием инструментальных программных средств.

В процессе моделирования представление знаний связано со знаково-символической деятельностью и характеризуется структурированностью, связностью и активностью представления.

Модель должна адекватно отражать основные, главные черты исследовательской деятельности будущего специалиста МЧС России и должна быть описана математически; кроме того, необходимо учесть роль каждого определяющего структуру элемента, его функции и характеристики.

Поэтому актуальной является проблема такой организации процесса обучения дисциплинам математического цикла, когда представления, возникающие в мышлении обучаемых, отражают основные, существенные, ключевые стороны предметов, явлений и процессов, в том числе посредством адекватного моделирования математического знания.

При этом особую значимость приобретают модели, фиксирующие процедуру математических действий в процессе исследовательской активности с использованием компьютерных систем [1, 2].

Современные интегрированные пакеты прикладных программ (ППП) позволяют получать оптимальные решения по математическим моделям ситуационных задач [3, 4]. Например, моделирование различных тепловых нагрузок, процессов турбулентной диффузии, волновых процессов в твердых телах после ударного воздействия, дифракции сфокусированного светового пучка и др. Как правило, математические модели таких ситуаций связаны с краевыми задачами математической физики.

Наиболее распространенными считаются MathCad, Maple, MatLab, Matematica, Derive и др.

Решение краевых задач математической физики целесообразно рассматривать в компьютерных системах, например в MathCad.

Практика использования Mathcad в качестве среды моделирования х ситуационных задач на кафедре высшей математики и системного моделирования сложных процессов Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России подтвердила его высокий дидактический потенциал.

Фокус внимания сместим на уравнения эллиптического типа.

Рассмотрим этапы решения уравнения Пуассона с произвольными граничными условиями в MathCad с использованием функции relax.

Использование данной функции подразумевает следующую последовательность действий:

1. Задайте пять квадратных матриц a, b, c, d, e . Эти матрицы будут содержать коэффициенты в формуле приближенного вычисления оператора Лапласа:

$$(\Delta u)_{ij} = a_{ij} \cdot u_{i+1,j} + b_{ij} \cdot u_{i-1,j} + c_{ij} \cdot u_{i+1,j} + d_{ij} \cdot u_{i-1,j} + e_{ij} \cdot u_{ij}.$$

Стандартные значения для элементов этих матриц: $a_{ij} = b_{ij} = c_{ij} = d_{ij} = 1$, $e_{ij} = 4a_{ij}$. Размер этих матриц может быть выбран любой. Главное, чтобы все матрицы, задаваемые для функции `relax`, были одинакового размера.

2. Задайте матрицу F , задающую интенсивность источника в каждой точке квадратной области. Если все элементы этой матрицы имеют нулевые значения, то полученный результат будет решением уравнения Лапласа.

3. Задайте матрицу v . Первый и последний столбцы и первая и последняя строки этой матрицы задают граничные условия для решения уравнения. Значения внутренних элементов матрицы не играют особой роли, а используются лишь как начальное приближение при поиске решения.

4. Теперь можно использовать функцию `relax`. Это делается следующим образом:

$$U := \text{relax}(a, b, c, d, e, F, v, r).$$

Здесь r – так называемый спектральный радиус Якоби. Это число в диапазоне от 0 до 1. Если функция `relax` не может решить уравнение, попробуйте уменьшить значение спектрального радиуса.

Для функции `relax`, как и для `multigrid`, единственным параметром, контролирующим точность, является размер используемых матриц. Также при использовании функции `relax` не следует забывать о том, что все матрицы должны быть квадратными и их размеры должны совпадать.

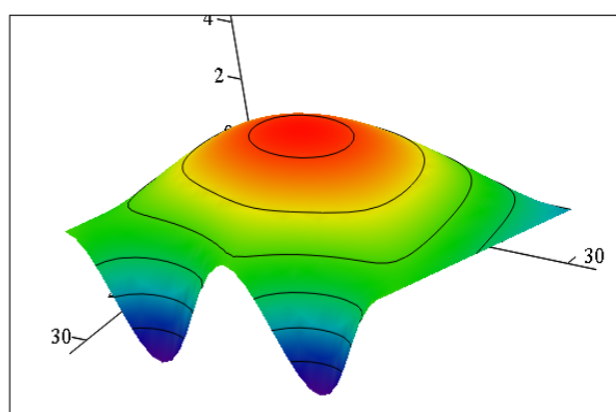
5. Введите исходные данные и решите уравнение Пуассона в соответствии с рис. 1.

Решение:

$n := 32$	определение размеров сетки
$i := 0..n \quad j := 0..n$	
$a_{i,j} := 1 \quad b := a \quad c := a$	матрицы с коэффициентами в формуле
$d := a \quad e := -4 \cdot a$	приближенного вычисления оператора
	Лапласа
$F_{i,j} := 0.05$	интенсивность источников тепла
	во всех узлах постоянная
	Граничные условия:
$v_{0,j} := 0$	по верхней границе
$v_{n,j} := 2 \cdot \cos\left(4\pi \frac{j}{n}\right)$	по нижней границе
$v_{i,0} := 2 \cdot \frac{i}{n} \quad v_{i,n} := 2 \cdot \frac{i}{n}$	по бокам
$r := 1 - \frac{2 \cdot \pi}{n} = 0.804$	спектральный радиус Якоби
$U := \text{relax}(a, b, c, d, e, -F, v, r)$	

Рис. 1. Листинг решения уравнения Пуассона с произвольными граничными условиями

График поверхности представлен на рис. 2.



U

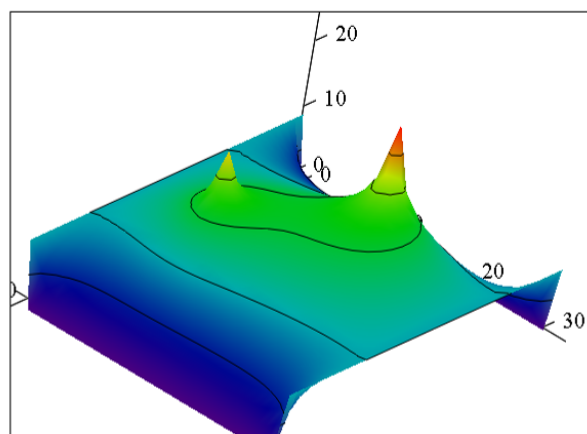
Рис. 2. График поверхности решения уравнения Пуассона с произвольными граничными условиями

6. Изменим условия задачи в соответствии с рис. 3.

$F_{i,j} := 0.05$
 $F_{10,20} := 30$ интенсивность источников тепла
 $F_{20,10} := 20$
 Граничные условия:
 $v_{0,j} := 0$ по верхней границе
 $v_{n,j} := 0$ по нижней границе
 $v_{i,0} := 10$ $v_{i,n} := 10$ по бокам
 $U := \text{relax}(a, b, c, d, e, -F, v, r)$

Рис. 3. Измененные условия задачи

График поверхности представлен на рис. 4.



U

Рис. 4. График поверхности с измененными условиями задачи

Компьютерная система MathCad – удобный и мощный инструмент, позволяющий решать корректно поставленные задачи математической физики.

После рассмотрения этапов решения уравнения Пуассона в MathCad необходимо проектировать систему организации и управления исследовательской деятельностью курсантов в условиях рефлексии и совместной работы в малых группах.

Целью такого проектирования является разработка дидактических методов, применение которых в интегративной направленности обучения математике формировало бы профессиональную компетентность будущих специалистов МЧС России.

Применение интегративной направленности в обучении дисциплинам математического цикла является эффективным средством поддержки изучения не только родственных математике общепрофессиональных дисциплин, но также и дисциплин специализации.

Одним из ключевых элементов информационной модели механизмов интеграции является математическое моделирование с использованием инструментальных программных средств.

В процессе моделирования представление знаний связано со знаково-символической деятельностью и характеризуется структурированностью, связностью и активностью представления. Виды знаково-символической деятельности порождают тип моделей представления знаний, принятые в инженерии знаний и решений проблем искусственного интеллекта: логические, реляционные, семантические сети, продукционные, фреймовые.

Модель должна адекватно отражать основные, главные черты исследовательской деятельности будущего специалиста МЧС России и должна быть описана математически; кроме того, необходимо учесть роль каждого определяющего структуру элемента, его функции и характеристики. Исходя из системного подхода, при исследовании наглядного моделирования в обучении следует выявить структуру этого процесса, так как именно она и должна быть формализована при построении модели познавательной деятельности курсантов.

Литература

1. Трофимец Е.Н. Информационные технологии математического моделирования в экономических вузах // Образовательные технологии и общество. 2012. Т. 15. № 1. С. 414–423.
2. Кужель С.С., Кужель О.С. Информационные технологии – средство развития системного творческого мышления // Образовательные технологии и общество. 2002. № 1. С. 264–275.
3. Трофимец Е.Н. Интегральный подход в обучении математике студентов-экономистов: монография. Ярославль: Ярославский гос. техн. ун-т, 2009.
4. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы: учеб. пособие / под ред. В.Д. Шадрикова. М.: Гардарики, 2002. 383 с.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Воронин Сергей Владимирович – ст. инспектор гр. контроля кач-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Гапоненко Мария Викторовна – адъюнкт Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: mariiagaronenko@gmail.com/;

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.;

Каменев Антон Олегович – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: anton_zip@mail.ru;

Каменецкая Наталия Владимировна – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

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.;

Кошелев Виталий Александрович – курсант 2 курса фак-та инж.-техн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

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

Лагунов Андрей Николаевич – нач. каф. пож.-техн. экспертиз Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: a.lagunov@mail.ru, канд. пед. наук;

Макарчук Г.В. – Воен. ин-т (инж.-техн.) Воен. акад. мат.-техн. обеспеч. им. генерала армии А.В. Хрулева (191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22), канд. пед. 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;

Медведева Ольга Марленовна – доц. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Некрасов Александр Сергеевич – препод. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Пожаркова Ирина Николаевна – доц. каф. систем автоматики, автоматиз. упр. и проектир. Сиб. фед. ун-та (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79), доц. каф. пож.-техн. экспертиз Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: pozharkova@mail.ru, канд. тех. наук, доц.;

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@igprs.ru, канд. техн. наук, доц.;

Скрипник Игорь Леонидович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процесов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Трофимец Елена Николаевна – доц. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: ezemifort@inbox.ru, канд. пед. наук, доц.;

Трубилко Андрей Игоревич – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. физ.-мат. наук, доц.;

Трояк Евгений Юрьевич – препод. каф. пож.-техн. экспертиз Сиб. пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: trev191186@mail.ru;

Хитов Сергей Борисович – препод. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Шарков Александр Васильевич – зав. каф. 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, д-р техн. наук, проф.



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

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

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство. Университет по очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий формам обучения осуществляет обучение по программам среднего, высшего профессионального образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России. В целом в университете – 91 направление образовательных программ.

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

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

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 1 член-корреспондент РАН, 5 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 13 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой

квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, 42 доктора наук, 228 кандидатов наук, 63 профессора, 155 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 11 член-корреспондентов отраслевых академий, 6 старших научных сотрудников, 8 почетных работников высшего профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации и 2 почетных работника общего образования Российской Федерации.

В состав университета входят:

- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт культуры;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- три факультета: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория), Баку (Азербайджан), Ниш (Сербия), Севастополь, Пятигорск.

В университете по 31 направлению подготовки обучается более 8000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1550 специалистов.

В университете действует один диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим наукам.

В целях совершенствования научной деятельности в университете создано 12 научно-исследовательских лабораторий.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Всероссийская научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международная научно-практическая конференция «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», Форум МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность», Всероссийская научно-практическая конференция «Арктика – территория безопасности. Развитие системы обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны Российской Федерации».

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю оборота наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасательных служб (CTIF), Законодательное собрание Ленинградской области.

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

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

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (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 пять программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

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

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в пяти иностранных государствах (Болгария, Черногория, Казахстан, Азербайджан, Сербия).

В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заключены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими. Организовано обучение представителей университета в Гарвардском университете по программам подготовки руководителей в области безопасности.

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

За годы существования университет подготовил более 1000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

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

Издается ежемесячный информационно-аналитический сборник Центра международной деятельности и информационной политики, аналитические обзоры по пожарно-спасательной тематике. Переведен на английский язык и постоянно обновляется сайт университета.

Компьютерный парк университета составляет более 1400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «КонсультантПлюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

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

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 359 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом.

В Электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: учебные центры, а также Дальневосточный филиал и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра». Имеется доступ к крупнейшим библиотекам нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). 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 8 121 экземпляр. На 2017 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются 3 иностранных журнала.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда Международных и Всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программам первоначальной подготовки спасателей и пожарных. Обучение проходит на базе Учебно-спасательного центра «Вытегра» – филиала Северо-Западного регионального ПСО МЧС России; Центра подготовки спасателей Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России, расположенного в населенном пункте Никола вблизи озера Байкал; 40-го Российского центра подготовки спасателей; 179-го Спасательного центра в г. Ногинске; Центра подготовки спасателей «Красная Поляна» Южного регионального ПСО МЧС России.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан Центр по обучению кадетов.

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

Центр осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом дополнительных образовательных программ.

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

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС): участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете институте культуры. Учащиеся университета принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

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



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«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 куратору журнала. 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 текст или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

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

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

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

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

6. Оформление библиографии (списка литературы):

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

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

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

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

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [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 (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)

№ 3 (23) – 2017

Выпускающий редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 29.09.2017. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 10,00 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

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