

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 3 (27) – 2018

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**, декан 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**, профессор 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

Лабинский А.Ю. Особенности построения фрактальных изображений	5
Кабанов А.А., Максимов А.В., Уткин О.В. О возможности создания экспертной системы судебной экспертизы	12

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Крюкова М.С. Анализ динамики статистики пожаров за 2003–2016 гг.	16
Воронин С.В. Сравнительный анализ требований нормативных документов РД 34.21.122-87 и СО-153-34.21.122-2003 по молниезащите зданий и сооружений	22
Данилов И.Л., Егорова Н.И. Использование информационной среды EXCEL на лабораторно-практических занятиях по физике (на примере изучения раздела «Электричество»)	26
Романов Н.Н., Константинова А.С. Расчет геометрических параметров огнезащитного покрытия с помощью программного комплекса ELCUT 6.3	32

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Скрипник И.Л. Использование компьютерной технологии обучения для контроля качества профессиональной подготовки в вузе пожарно-технического профиля	40
Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Кузьмина Т.А. О программно-аппаратном обеспечении лабораторного эксперимента в ходе внеаудиторной самостоятельной работы	44
Трофимец Е.Н. Дидактическое проектирование механизмов интеграции математических знаний в системе инженерно-технической подготовки курсантов МЧС России	52
Кузьмин А.А., Пермяков А.А. О проблемах выбора программного инструментария при формировании оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы	56
Сведения об авторах	62
Информационная справка	63
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	68

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, 2018

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

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

Рассмотрены основы и методы построения фрактальных изображений. Алгоритмы построения фрактальных изображений, использующие системы итерированных функций и множества Жюлиа, реализованы в виде программ для ЭВМ.

Ключевые слова: фрактал, самоподобие, кодирование информации, математическая модель

THE SPECIAL FEATURE OF FRACTAL IMAGE CONSTRUCTION

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

This article presents the special feature of fractals theory for fractal construction. The mathematical model construction of a fractal to realize in form the computing program.

Keywords: fractal, self-similarity, information encode, mathematical model

Деятельность органов управления МЧС России часто происходит в условиях подверженности воздействию различных факторов природного и техногенного характера. Существуют факторы, определяемые спецификой условий функционирования системы управления МЧС России и приводящие к изменению эффективности процесса управления. Одними из таких факторов могут быть сбои в каналах передачи информации. Для повышения эффективности передачи информации по каналам связи используется сжатие передаваемой информации. Одним из перспективных направлений в области сжатия графической информации является использование фрактального сжатия [1].

В данной статье изложены особенности методов построения фрактальных изображений и подходы к фрактальному сжатию изображений.

Аффинные преобразования

N-мерное векторное пространство R^n является множеством всех n-мерных вещественных векторов $X=[x_1, x_2, \dots, x_n]$ вместе с определенными на нем операциями векторного сложения и умножения на скалярную величину s [2]:

$$X+Y=[x_1, x_2, \dots, x_n]+[y_1, y_2, \dots, y_n]=[x_1+y_1, x_2+y_2, \dots, x_n+y_n];$$

$$s*X=[s*x_1, s*x_2, \dots, s*x_n].$$

В пространстве R^n два ненулевых вектора X и Y называются ортогональными (перпендикулярными), если выполняется следующее равенство: $(X,Y)=0$.

Метрикой на множестве X называется вещественная функция $d(x, y)$, определенная на произведении $X \times X$ и удовлетворяющая следующим аксиомам:

$$d(x, y) \geq 0 \text{ для всех } x, y \in X;$$

$$d(x, y) = d(y, x);$$

$$\text{если } d(x, y) = 0, \text{ то } x = y;$$

$$d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z), \text{ для всех } x, y, z \in X.$$

Пусть (X, d) – метрическое пространство. Тогда преобразование $T: X \rightarrow X$ называется сжимающим отображением или просто сжатием, если существует число $0 < s < 1$ такое, что $d(T(x), T(y)) \leq s \cdot d(x, y)$, где $x, y \in X$. Здесь число s называется коэффициентом сжатия [2].

Точка x называется неподвижной точкой отображения $f(x)$, если $f(x) = x$, где $f(x)$ – однозначная вещественная функция.

Линейное преобразование вместе с последующим преобразованием сдвига составляют аффинное преобразование пространства R^n . Отображение L называется линейным преобразованием пространства R^n в пространство R^m , если справедливо равенство:

$$L(\lambda \cdot X + \mu \cdot Y) = \lambda \cdot L(X) + \mu \cdot L(Y)$$

для всех $X, Y \in R^n$ и произвольных скалярных значений λ и μ .

Отображение T называется аффинным преобразованием сдвига пространства R^n , если выполняется равенство:

$$T(X) = X + A,$$

где вектор $X \in R^n$; A – постоянный вектор [2].

Таким образом, любое аффинное преобразование пространства R^n в пространство R^m можно представить в следующей матричной форме [2]:

$$T(X) = B_{mn} \cdot X + A,$$

где B_{mn} – матрица размера $m \times n$ такая, что $L(X) = B_{mn} \cdot X$, $X \in R^n$.

В случае R^2 (двухмерное пространство) аффинное преобразование $T(X)$ пространства R^2 можно записать в следующем виде [2]:

$$T([x_1, x_2]) = [\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2] \cdot [x_1, x_2] + [\gamma_1, \gamma_2].$$

Здесь $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2$ – параметры аффинного преобразования (аффинные коэффициенты).

Аффинные преобразования для известного фрактального изображения ковра Серпинского (необходимо три преобразования) представлены на рис. 1.

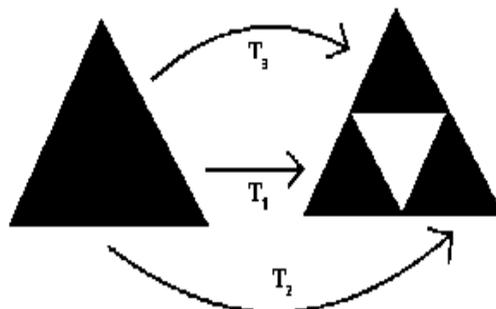


Рис. 1. Аффинные преобразования для ковра Серпинского

В матричной форме аффинные преобразования для фрактального изображения ковра Серпинского имеют следующий вид [2]:

$$\begin{aligned} T_1([x_1, x_2]) &= [1/2, 0, 0, 1/2] * [x_1, x_2] + [0, 0] \\ T_2([x_1, x_2]) &= [1/2, 0, 0, 1/2] * [x_1, x_2] + [1/2, 0] \\ T_3([x_1, x_2]) &= [1/2, 0, 0, 1/2] * [x_1, x_2] + [1/4, \sqrt{3}/4]. \end{aligned}$$

Такие аффинные преобразования, как сдвиг, поворот и отражение, относительно оси сохраняют расстояния между точками изображения и являются частными случаями изометрии. Изометрия пространства R^n всегда является аффинным преобразованием и может быть представлена в виде:

$$T(X) = Q * X + C,$$

где Q – ортогональная матрица; C – вектор-столбец.

Аффинное преобразование плоскости можно описать с помощью комплексных чисел и операций над ними. Операции сложения и умножения двух комплексных чисел $z_1 = x_1 + i * y_1$ и $z_2 = x_2 + i * y_2$ задаются следующими формулами:

$$z_1 + z_2 = (x_1 + x_2) + i * (y_1 + y_2), \quad z_1 * z_2 = (x_1 * x_2 - y_1 * y_2) + i * (x_1 * y_2 + x_2 * y_1).$$

Пример аффинного преобразования, записанного с помощью комплексных чисел $L(z) = a * z + b$, может быть записан в матричной форме следующего вида:

$$L([x, y]) = [a_1, a_2, -a_2, a_1] * [x_1, x_2] + [b_1, b_2].$$

Использование аффинного преобразования, записанного с помощью комплексных чисел, облегчает геометрическую трактовку аффинного преобразования в полярной системе координат:

$$z = x + i * y = M * e^{i\varphi}.$$

Здесь величина $M = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ – модуль z ; φ – угол между направлением оси Ox и вектором, соединяющим начало координат с точкой (x, y) .

Таким образом, геометрическая трактовка аффинного преобразования применительно к геометрическому объекту может быть представлена в виде последовательности трех шагов [2]:

1. Повернуть объект относительно начала координат на угол φ .
2. Сжать объект к началу координат в $1/M$ раз (коэффициент сжатия $C = 1/M$).
3. Сдвинуть объект на радиус-вектор b .

Вращение на угол φ пространства R^2 можно задать в матричной форме следующим образом [2]:

$$\begin{bmatrix} \cos(\varphi) & -\sin(\varphi) \\ \sin(\varphi) & \cos(\varphi) \end{bmatrix}$$

$$T_\varphi(x) = M_\varphi * x = \begin{bmatrix} \cos(\varphi) & -\sin(\varphi) \\ \sin(\varphi) & \cos(\varphi) \end{bmatrix} * x,$$

где M_φ – матрица вращения; $x \in R^2$.

Отражение относительно осей Ox и Oy можно задать в матричной форме следующим образом:

$$T_x(x) = M_x * x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} * x,$$

где M_x – матрица отражения относительно Ox .

$$T_y(x) = M_y * x = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} * x,$$

где M_y – матрица отражения относительно Oy .

Таким образом, вращение, отражение и сдвиг в пространстве R^2 (на плоскости) являются изометриями и могут быть представлены в виде:

$$T(x) = M_\phi * M_x * x + b.$$

Обобщением изометрии является преобразование подобия, при помощи которого могут быть получены многие фракталы [2].

Преобразование подобия $S(x)$ с коэффициентом подобия $P > 0$ является аффинным преобразованием и может быть представлено в следующем виде:

$$S(x) = P * M * x + b,$$

где M – ортогональная матрица; b – вектор-столбец.

Для ковра Серпинского первые три аффинных преобразования можно записать в комплексной форме следующим образом [2]:

$$T_1(z) = (1/2) z; \quad T_2(z) = (1/2) z + (1/2); \quad T_3(z) = (1/2) z + 1/4 + i * \sqrt{3}/4.$$

Для плоскости аффинное преобразование $T(X)$ использует шесть параметров (степеней свободы) $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2$:

$$T([x_1, x_2]) = [\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2] * [x_1, x_2] + [\gamma_1, \gamma_2].$$

Это преобразование отображает три несовпадающие точки объекта $(x_{10}, y_{10}), (x_{20}, y_{20}), (x_{30}, y_{30})$ на три новые точки $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$. При этом параметры аффинного преобразования $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2$ могут быть определены из следующей системы шести уравнений, записанной в матричной форме [2]:

$$\begin{bmatrix} x_{10} & y_{10} & 1 \\ x_{20} & y_{20} & 1 \\ x_{30} & y_{30} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \beta_1 \\ \gamma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} x_{10} & y_{10} & 1 \\ x_{20} & y_{20} & 1 \\ x_{30} & y_{30} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_2 \\ \beta_2 \\ \gamma_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}.$$

Система итерированных функций

Вернемся к рассмотрению процесса построения фрактального изображения ковра Серпинского. Исходное множество Z точек на плоскости является замкнутым множеством в виде треугольника с вершинами $(0,0), (1,0)$ и $(1/2, \sqrt{3}/2)$. В результате выполнения первых трех аффинных преобразований $T_1(Z), T_2(Z)$ и $T_3(Z)$ получаем три меньшие треугольные области.

В работе алгоритма, реализуемым с помощью системы итерированных функций, можно выделить следующую последовательность множеств [2]:

$$\begin{aligned} G_0 &= \text{начальное компактное множество.} \\ G_1 &= T_1(G_0) \cup T_2(G_0) \cup T_3(G_0). \\ G_2 &= T_1(G_1) \cup T_2(G_1) \cup T_3(G_1). \\ &\dots \\ G_n &= T_1(G_{n-1}) \cup T_2(G_{n-1}) \cup T_3(G_{n-1}). \end{aligned}$$

Таким образом, системой итерированных функций (СИФ) называется совокупность рассмотренных выше аффинных преобразований $T(G_n)$ с коэффициентом сжатия $C_n < 1$ вместе с итерационной схемой.

Алгоритм построения фрактальных изображений с помощью систем итерированных функций реализован в виде программы для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 2.

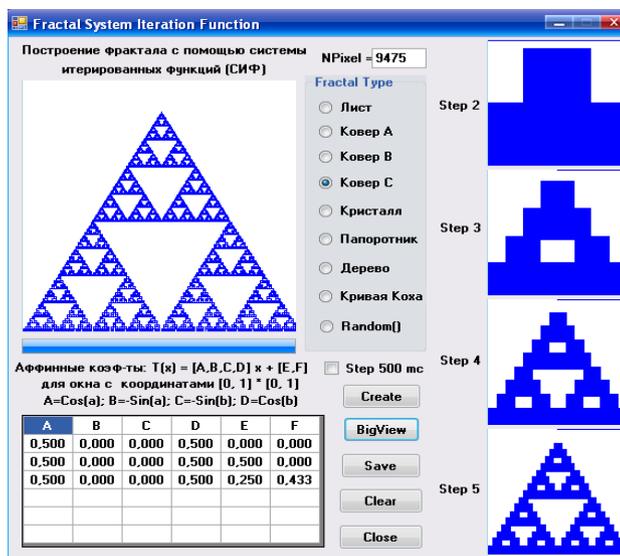


Рис. 2. Программа построения фракталов с помощью СИФ

На рис. 2 представлено построение ковра Серпинского.

Основной задачей теории СИФ является нахождение предельного множества, называемого аттрактором СИФ. В большинстве случаев аттрактор СИФ является фрактальным множеством (фракталом).

Существуют две разновидности алгоритма, реализующего СИФ для построения фрактального изображения – детерминированный (программа на рис. 2) и рандомизированный алгоритмы [2].

В рандомизированном алгоритме начальное множество содержит всего одну точку и на каждом шаге алгоритма используется только одно аффинное преобразование из всей совокупности преобразований, используемых СИФ, которое выбирается случайным образом. Интерфейс программы построения фракталов с помощью рандомизированного алгоритма представлен на рис. 3.

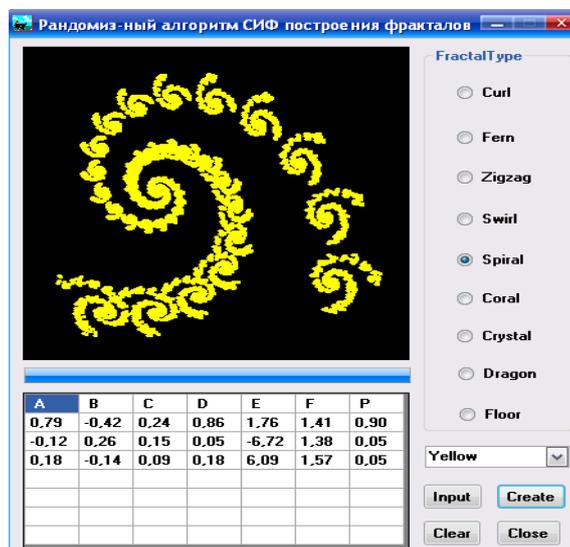


Рис. 3. Программа построения фракталов с помощью рандомизированного алгоритма СИФ

Множества Жюлиа

Рассмотрим функции, представляющие собой полиномы комплексной переменной z :

$$f(z)=a_n*z^n+a_{n-1}*z^{n-1}+\dots+a_1*z+a_0,$$

где a_n – вещественные числа.

Множество Жюлиа функции f есть граница множества точек z , стремящихся к бесконечности при итерировании функции $f(z)$ [3]. Простейшее множество Жюлиа задается функцией $f(z)=z^2$. Границей этого множества является единичная окружность. Часто используется множество Жюлиа, задаваемое квадратичной функцией:

$$f_c(z)=z^2+c,$$

где c – константа. Множество Жюлиа $f_c(z)$ симметрично относительно оси Ox .

Множества Жюлиа функции $f_c(z)=z^2+c$ обладают большим разнообразием, так как для каждого нового значения константы c можно получить новое изображение.

Заполняющее множество Жюлиа состоит из точек, находящихся внутри границ множества. В общем случае заполняющее множество Жюлиа есть фрактал. Заполняющие множества визуально привлекательны и часто реализуются с помощью программ для ЭВМ.

Алгоритм построения фрактальных изображений с помощью множеств Жюлиа реализован в виде программы для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 4.

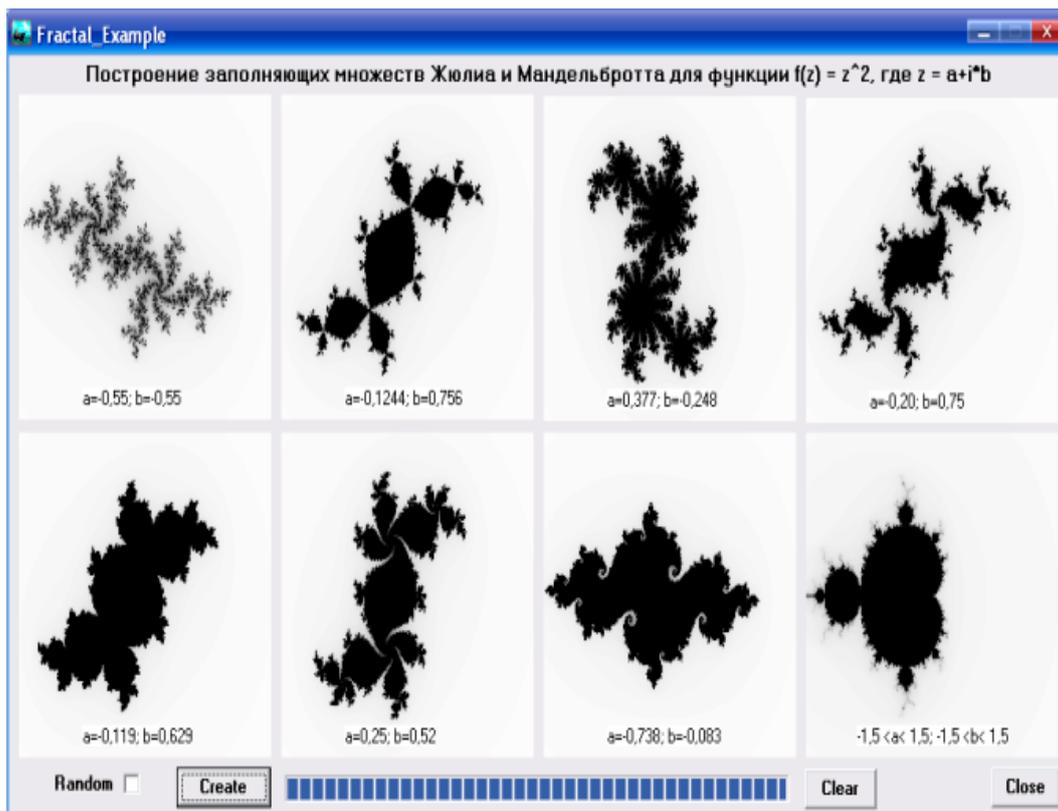


Рис. 4. Программа построения фракталов с помощью множеств Жюлиа

Случайные фракталы

Фракталы, получаемые с помощью использования систем итерированных функций или множеств Жюлиа, обладают недостатком, ограничивающим их применение для моделирования таких природных объектов, как горы, облака, лесные массивы и другие подобные сложные геометрические системы. Такие фракталы не используют фактор случайности, который является

неотъемлемым свойством реального мира. Для моделирования таких природных объектов может быть использовано фрактальное броуновское движение [4].

В рассмотренные выше алгоритмы построения фрактальных изображений (например алгоритм, использующий СИФ) элемент случайности может быть внесен путем случайных возмущений на каждой итерации. Например, при построении ковра Серпинского можно случайно удалять любой из четырех треугольников, а не только центральный треугольник (рис. 1).

Фрактальному броуновскому движению случайный характер присущ изначально. Простейшей дискретной аппроксимацией броуновского движения является одномерное случайное блуждание, происходящее итеративно:

$$x_n = x_{n-1} + g,$$

где g – случайная величина. Для получения нормально распределенной случайной величины можно использовать следующую формулу:

$$g = \sqrt{(12/n)} * \sum_{i=1}^n w_i - \sqrt{(3*n)},$$

где w_i – равномерно распределенные на интервале $[0, 1]$ случайные числа.

Случайный процесс, обладающий некоторой памятью о своем поведении, называется фрактальным броуновским движением (ФБД). Для аппроксимации ФБД нет простого метода, использующего, например, суммирование гауссовских случайных величин. Математический подход к аппроксимации ФБД предполагает использование аппарата преобразований Фурье.

Процесс моделирования ФБД можно упростить, если аппроксимировать преобразование Фурье с помощью рядов Фурье.

Подходы к сжатию изображений

Рассмотрим задачу, обратную к задаче построения фрактального изображения с помощью системы итерированных функций (СИФ). Нужно найти совокупность сжимающих аффинных преобразований, для которых данное множество является аттрактором СИФ. Решение данной задачи имеет большое значение для сжатия изображений с целью их передачи по каналам связи в реальном времени.

Один из перспективных способов сжатия изображений состоит в предварительном разбиении исходного изображения на M фрагментов, которые могут являться аттракторами некоторых СИФ [5]. Каждое аффинное преобразование для фрагмента изображения задается с помощью шести параметров. Относительно простые фрагменты изображения требуют от трех до пяти аффинных преобразований. Поэтому полное изображение может быть закодировано с помощью достаточно малого числа аффинных коэффициентов, равного $N = (3 \div 5) * 6 * M$. В результате по каналам связи можно будет передавать не изображение (Кбайты информации), а аффинные коэффициенты (байты). В пунктах приема информации изображение восстанавливается по аффинным коэффициентам с помощью алгоритма СИФ.

Рассмотрим пример передачи сжатого изображения для рассмотренного выше ковра Серпинского. Исходное черно-белое изображение размером $500 * 500$ пикселей занимает около 18 Кбайт информации. Для кодирования данного изображения необходимо всего 18 аффинных коэффициентов. Коэффициент сжатия информации для этого примера равен: $18432/18 = 1024$.

Известным применением алгоритмов построения фрактальных изображений является фрактальное сжатие изображений, в основе которого находится использование систем итерированных функций. Фрактальное сжатие изображений позволяет получить высокие коэффициенты сжатия, недоступные для других методов сжатия изображений. Фрактальное сжатие изображений основано на поиске самоподобных областей в изображении и определении для них параметров аффинных преобразований.

В настоящее время исследования в области фрактального сжатия изображений направлены на уменьшение времени сжатия при сохранении приемлемого качества изображения.

Литература

1. Лабинский А.Ю., Ильин А.В. Фракталы и защита информации // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 82–86.
2. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений: учеб. пособие. М.: Триумф, 2003.
3. Кренкель Э.Т. Сжатие сигналов с применением теории фракталов. М.: ТУСИ, 1996.
4. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. М.: Мир, 2000.
5. Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Матвеев Е.Н. Фракталы в новых средах передачи информации. М.: МФТИ, 2003.

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

А.А. Кабанов, кандидат юридических наук, доцент;

А.В. Максимов, кандидат технических наук;

О.В. Уткин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена возможность создания прототипа экспертной системы судебной экспертизы, а также цели и первоочередные задачи, необходимые для их достижения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, экспертные системы, судебная экспертиза, модель предметной области

ON THE POSSIBILITY OF ESTABLISHING AN EXPERT SYSTEM OF FORENSIC EXPERTISE

A.A. Kabanov; A.V. Maksimov; O.V. Utkin.

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

The paper considers the possibility of creating a prototype expert system forensics, as well as objectives and priorities necessary to achieve them.

Keywords: artificial intelligence, expert systems, forensics, a domain model

С самого начала применения термина «искусственный интеллект» это научное направление подразделялось на бионическое (в том числе – робототехника), и прагматическое (в том числе – экспертные системы). Именно в прагматическом направлении к середине 80-х гг. были достигнуты значительные результаты. Тем не менее уже тогда признавалось (в том числе академиком АН СССР Г.С. Поспеловым), что термин «искусственный интеллект» понимается исключительно в метафорическом смысле [1, с. 3].

В старой информационной технологии знания фиксируются в текстовой форме на бумажных носителях [1, с. 5].

На основе теории ситуационного управления [2], предложенной профессором Д.А. Поспеловым, были разработаны логико-лингвистические модели [3]. Однако увлечение формализацией ранее неформализованных областей знания упирается в проблему «комбинаторного взрыва». «Как справиться с комбинаторным (информационным) взрывом, когда при избытии информации человек испытывает информационный голод?» [4].

Кроме того, в условиях бесконечного разнообразия природы, попытки построения конечных непротиворечивых ее моделей, отображающих базы знаний – заведомо нереализуемы. При этом многие ученые используют так называемую «нечеткую логику» и лингвистические переменные, учитывающие вероятностный характер наших знаний о природе. Таким образом, нет смысла затрачивать усилия на обеспечение абсолютной (бесконечной) полноты моделей предметных областей. Вместо требований об абсолютной полноте и непротиворечивости лучше применять прагматические критерии о полезности применения упрощенных реализованных моделей.

Так, например, гелиоцентрическая система Коперника – проще геоцентрической системы Птолемея, но с меньшими вычислительными затратами позволяет точнее предсказывать солнечное и лунное затмения, парад планет и другие астрономические явления. Поэтому вместо попыток построения полностью непротиворечивой и полно связной модели предметной области лучше сделать один или несколько шагов от старой, бумажной информационной технологии в сторону структурирования неформализованных знаний.

В качестве основы будущей базы знаний экспертной системы по судебной экспертизе взят известный учебник по ее теории [5]. Первый шаг – сканирование и представление этого бумажного текста в самой простой с точки зрения структурирования форме – с разбивкой по главам и параграфам со сносками на источники цитирования и пояснениями к отдельным терминам. То есть первым дополнением к исходному тексту является встроенный словарь терминов – тезаурус.

Это представление выполнено под руководством автора данной статьи студентами 1 и 2 курсов института безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России наборов 2015–2018 гг., обучающихся по специальности «Судебная экспертиза». Структурирование текста осуществлялось на языке разметки текста *html* и частично на *php*. После нескольких лет неудачных попыток первый удачный вариант форматирования выполнил студент Р.Е. Бейнарович. На практических и лабораторных занятиях студенты сначала делали не всегда удачные попытки, а затем на удачном варианте шаг за шагом усложняли структурирование текста с тем, чтобы каждый фрагмент текста мог использоваться не только как фрагмент базы данных, или фрагмент книги, но и как интеллектуальный фрагмент базы знаний.

Главная идея проекта состоит в том, что если на первых этапах работ по созданию экспертных систем с 80-х гг. считалось необходимым участие инженеров по знаниям, задачей которых было «извлечение знаний» из экспертов – профессионалов в конкретной предметной области, то теперь их работу выполняют студенты – будущие профессионалы в этой конкретной предметной области, будущие судебные эксперты.

Паспорт специальностей большинства специалистов с высшим образованием в области юриспруденции, экономики, и, тем более, техники, включает в себя приобретение навыков разметки текста в компьютере на *html*, *php* и т.п. Мотивация по созданию экспертной системы для своей будущей специальности – весьма велика. Опыт проведения занятий и проверки заданий на самостоятельную подготовку по созданию сайтов, а также по некоторым смежным темам таких учебных дисциплин, как «математика и информатика», «компьютерные технологии в экспертной деятельности», «информационные технологии» и «информатика и информационные технологии в экспертной деятельности» показал, что работа продвигается вполне успешно. Характерно, что основа мотивации к деятельности по созданию экспертной системы по своей специальности – энтузиазм студентов и финансовых инвестиций в этот

проект пока не было. Варианты использования инвестиций в деятельность по созданию экспертной системы по судебной экспертизе в данной статье не обсуждаются.

Одной из промежуточных целей создания прототипа будущей экспертной системы судебной экспертизы является создание приватного сайта, выполняющего конкретные вспомогательные информационно-поисковые задачи, которые раньше были доступны не компьютерам, а только людям – профессионалам в области судебной экспертизы. Соответственно, после разработки прототипа экспертной системы следующей является задача обеспечения конфиденциальности. Это необходимо для того, чтобы преступники не могли противодействовать законной деятельности судебных экспертов, используя их профессиональные знания для сокрытия следов своих преступлений.

В судебной экспертизе набор особенностей построения экспертных систем огромное количество, но все же оно конечно. Он определен в России текстом Уголовного кодекса Российской Федерации. Набор возможных действий – также определен – в Уголовно-процессуальном кодексе Российской Федерации, а также в ряде законов. Прежде всего – это Конституция Российской Федерации и Федеральный закон «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» [6]. Кроме того, – Гражданский процессуальный кодекс РСФСР, Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации, Уголовно-процессуальный кодекс РСФСР, Кодекс РСФСР об административных правонарушениях, Таможенный кодекс Российской Федерации, Налоговый кодекс Российской Федерации, законодательство Российской Федерации о здравоохранении, другие федеральные законы, а также нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, регулирующие организацию и производство судебной экспертизы [6, с. 3]. Таким образом, при бесконечном разнообразии конкретных жизненных ситуаций, модель предметной области в судебной экспертизе можно описать конечным набором слов.

Описать все возможные ситуации по судебной экспертизе в одной краткой статье невозможно, но электронный учебник по теории судебной экспертизы с подключенным к нему тезаурусом вполне способен описать наиболее типичные ситуации и типичные действия судебных экспертов. С этой точки зрения данная статья удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям: понятности, новизны и краткости.

Наиболее существенная новизна заключается в обосновании возможности даже без значительных инвестиций, без привлечения инженеров по знаниям и опытных экспертов, силами студентов, обучающихся по специальности «Судебная экспертиза» создать прототип будущей экспертной системы по судебной экспертизе. Отдельные шаги по структурированию текста могут выполнять и выполняют студенты, обучающиеся по другим специальностям на занятиях, предполагающих выработку навыков по разметке текста на *html*.

Основным критерием полезности разрабатываемого авторами прототипа экспертной системы судебной экспертизы является возможность ассоциативного восприятия вербального текста, содержащего модель предметной области знаний, что повысит эффективность усвоения профессиональных знаний и ускорит формирование компетенций, необходимых выпускникам в соответствии с государственным образовательным стандартом.

Литература

1. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988. 280 с.
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1982. 360 с.
3. Поспелов Г.С., Поспелов Д.А. Искусственный интеллект – прикладные системы. М.: Знание, 1985. 48 с.
4. Кабанов А.А. Новые информационные технологии и информационная безопасность в органах внутренних дел // Новые информационные технологии и информационная безопасность: межвуз. сб. науч. ст. / под ред. А.А. Кабанова. СПб.: С.-Петербург. ун-т МВД России, 2010. Вып. 1. С. 3.

5. Россинская Е.Р., Галяшина Е.И., Зинин А.М. Теория судебной экспертизы: учеб. / под ред. Е.Р. Россинской. М.: Норма: ИНФРА-М, 2013. 384 с.

6. О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации: Федер. закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ // Парламентская газета. 2001. № 100; С изм. от 8 марта 2015 г. № 23-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2015. № 10. Ст. 1393.



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СТАТИСТИКИ ПОЖАРОВ ЗА 2003–2016 гг.

М.С. Крюкова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведены некоторые результаты анализа пожарной обстановки в России. Проанализированы показатели динамики количества пожаров за период с 2003 по 2016 гг. Построена математическая модель, позволяющая получить прогнозные оценки количества пожаров и числа погибших на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: показатели динамики, трендовая модель, прогнозирование, статистические данные

STATISTICAL ANALYSIS OF THE FIRES' DYNAMICS OF 2003–2016

M.S. Kryukova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article contains the outcomes of a statistical study on the fire situation in Russia. The authors have analysed the dynamics of the number of fires for the period from 2003 to 2016. The authors have also developed a mathematical model which allows to forecast the number of fires and casualties in the immediate future.

Keywords: dynamics' indicators, trend model, forecasting, statistics

За период с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г. в Российской Федерации произошло 139,7 тыс. пожаров (табл. 1), во время которых погибло 8 760 человек, получили травмы 9 909 человек, материальный ущерб составил 14,3 млрд руб.

В городах Российской Федерации зарегистрировано за 2016 г. – 82,6 тыс. пожаров, погибших – 4 322 человека, материальный ущерб причинен в размере – 7,03 млрд руб. На города пришлось 59,2 % от общего количества пожаров, 49,4 % числа погибших и 52,4 % материального ущерба [1, 2].

Основными причинами пожаров в Российской Федерации остаются: нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования (27,9 % от общего числа пожаров), неосторожное обращение с огнем (29,3 %), нарушение правил устройства и эксплуатации печей и теплоустановок (15,6 %), поджоги (11,1 %).

Динамика изменений количества пожаров, возникших вследствие неосторожного обращения с огнем, совпадает с динамикой общего числа пожаров, произошедших за 2003–2016 гг., такой же вывод в целом относится и к числу пожаров, причиной которых явилось нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств, печей и теплоустановок [3].

Таблица 1. Показатели динамики количества пожаров Российской Федерации за период с 2003 по 2016 гг.

Год	Количество пожаров, тыс. ед.	Абсолютный прирост, тыс. ед.	Коэффициент роста	Темп прироста, %	Абсолютное значение 1 % прироста
2003	239,29	–	–	–	–
2004	231,49	-7,80	0,97	-3,26	2,39
2005	226,95	-4,53	0,98	-1,96	2,31
2006	218,57	-8,38	0,96	-3,69	2,27
2007	211,16	-7,41	0,97	-3,39	2,19
2008	200,39	-10,78	0,95	-5,10	2,11
2009	187,49	-12,90	0,94	-6,44	2,00
2010	179,10	-8,39	0,96	-4,48	1,87
2011	168,53	-10,57	0,94	-5,90	1,79
2012	162,98	-5,55	0,97	-3,30	1,69
2013	153,21	-9,77	0,94	-5,99	1,63
2014	153,00	-0,21	1,00	-0,13	1,53
2015	146,21	-6,79	0,96	-4,44	1,53
2016	139,70	-6,51	0,96	-4,45	1,46

Отрицательные показатели динамики подтверждают устойчивую тенденцию снижения количества пожаров в Российской Федерации за весь исследуемый период. Так, в 2009 г. количество пожаров сократилось на 6,44 %, в 2016 г. – на 4,45 %, менее заметное снижение наблюдалось в 2005 г. (1,96 %) и в 2014 г. (0,13 %). Общее число пожаров с 2003 по 2016 г. в среднем ежегодно сокращалось на 4 %.

Увеличение количества пожаров в 2016 г. отмечается на территории Южного (1,1 %), Уральского (0,2 %) и Северо-Кавказского (0,1 %) федеральных округов (рис. 1). При этом число погибших при пожарах уменьшилось во всех федеральных округах, кроме Южного, где этот показатель увеличился на 4,6 % по сравнению с 2015 г.

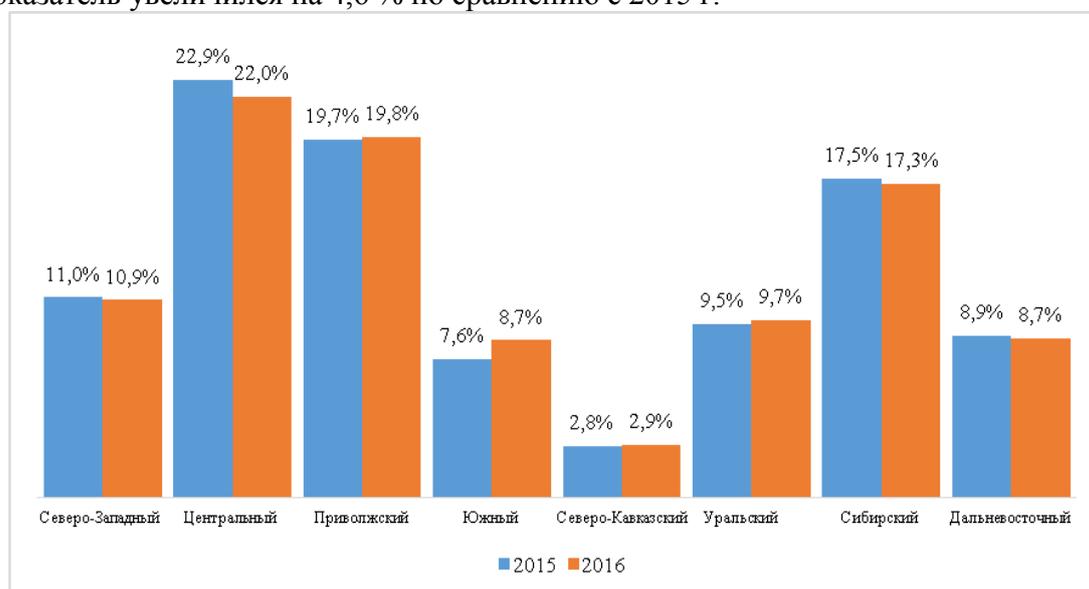


Рис. 1. Динамика количества пожаров по федеральным округам Российской Федерации

Основными виновниками пожаров являются работники рабочих специальностей (13,3 % от общего числа пожаров), пенсионеры (9,7 %) и лица без определенного рода занятий (6,2 %).

В Российской Федерации от пожаров число погибших ежегодно в среднем сокращается на 5,9 %, число травмированных на 2,7 % (рис. 2). Наибольшая динамика снижения гибели людей приходится на 2013 г. (9,2 %), числа травмированных – на 2016 г. (9,7 %). В городах доля травмированных людей в 2016 г. при пожарах в два раза выше, чем в сельской местности. Напротив, доля погибших людей в городской местности ниже, чем в сельской.

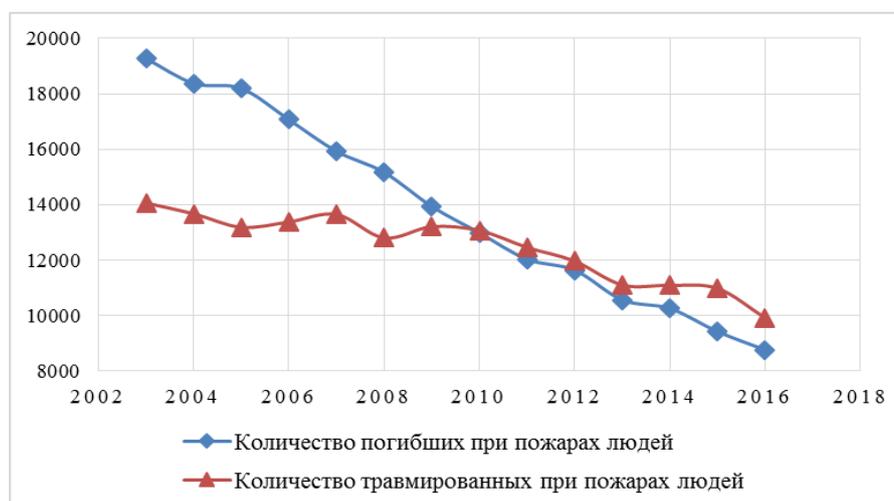


Рис. 2. Количество погибших и травмированных при пожарах людей

Риску гибели от пожара подвержены: трудоспособное население, не имеющее определенного рода занятий в возрасте до 60 лет (18,9 % от общего числа погибших), пенсионеры старше 60 лет (21,8 %).

Основными причинами гибели людей остаются неосторожное обращение с огнем и нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования. За 2016 г. погибло от неосторожного обращения с огнем 5 106 человек (58,4 % от общего количества погибших), в том числе детей – 68 человек, из-за нарушений правил эксплуатации электрооборудования – 1 908 человек (21,8 %) (рис. 3).

С 2003 по 2016 гг. сократилось число погибших из-за несвоевременной эвакуации из здания людей, находящихся в состоянии алкогольного (наркотического) опьянения с 125 129 до 3 589 человек, в состоянии сна с 2 026 до 1 653 человека [2, 4]. Гибели людей способствуют также болезнь, преклонный возраст, инвалидность, оставление малолетних детей без присмотра [5].



Рис. 3. Основные причины гибели людей при пожарах в 2016 г.

Проанализированные данные свидетельствуют о хорошем развитии системы принятия превентивных мер по снижению риска возникновения пожаров на основе совершенствования надзорной деятельности, проведения профилактических мероприятий, поддержания на должном уровне современной технической оснащенности и готовности пожарно-спасательных сил [6].

Для обоснованного выбора и принятия решения при исследовании динамики количества пожаров и числа погибших важную роль играет прогнозирование как способ выявления возможных альтернатив развития в перспективе [7, 8]. Вовремя полученный и достоверный прогноз дает возможность избегать тех или иных ситуаций, которые могут негативно повлиять на общее состояние обстановки с пожарами в Российской Федерации или смягчать их отрицательные воздействия. Системный подход к изучаемой проблеме с использованием математического моделирования позволяет найти решение поставленной задачи [9, 10].

В табл. 2 представлены параметры трендовых моделей [11], характеризующие зависимость количества пожаров от времени методом аналитического выравнивания.

Таблица 2. Параметры основных видов трендов

Уравнение тренда	Коэффициент детерминации, R^2	F -критерий Фишера	Средняя ошибка аппроксимации
$y = -8,13t + 248,01$	0,9869	906,00	1,97
$y = 0,14t^2 - 10,21t + 253,53$	0,9906	578,15	1,61
$y = 162,95 + \frac{103,55}{t}$	0,5772	16,38	10,62
$y = 273,63t^{-0,22}$	0,8208	54,97	5,72
$y = 255,76e^{-0,04t}$	0,9896	1145,17	1,56
$y = 262,09 - 41,73 \ln t$	0,8896	96,74	4,89

Количество пожаров за 14 лет по линейному тренду ежегодно в среднем снижалось на 8,13 тыс. ед., оценка среднего уровня данного показателя на 2002 г. составила 248,01 тыс. ед.

По экспоненциальному тренду количество пожаров в 2002 г. составило 255,76 тыс. ед., среднегодовой коэффициент убыли данного показателя (-0,04) соответствует рассчитанным в табл. 1 коэффициентам роста.

Количество пожаров в России (2003–2016 гг.) наилучшим образом аппроксимируется полиномом второй степени, об этом свидетельствует рассчитанный коэффициент детерминации ($R^2 = 0,9906$) и средняя ошибка аппроксимации ($\bar{A} = 1,61$). На рис. 4 изображены фактические значения уровней временного ряда и расчетные значения, полученные на основе построенной трендовой модели.

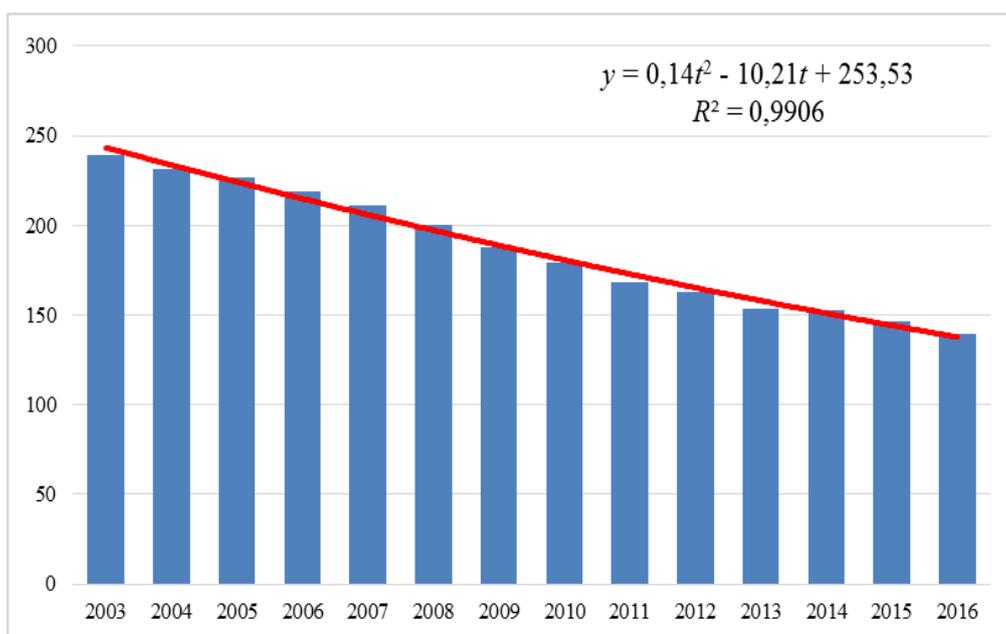


Рис. 4. Динамика количества пожаров в 2003–2016 гг.

В частности, для нахождения точечного прогноза числа погибших построено статистически значимое уравнение регрессии, описывающее зависимость числа погибших y_t от количества пожаров x_t и фактора времени:

$$y_t = 1788,11 + 74,07x_t - 241,64t \cdot R^2 = 0,9983.$$

В условиях существования неизменной тенденции при увеличении количества пожаров на 1 тыс. единиц число погибших в среднем возрастет на 74 человека.

Анализ тенденции количества пожаров и числа погибших в Российской Федерации за период с 2003 по 2016 гг. позволяет получить прогнозные оценки данного показателя на 2017–2018 гг. Точечный прогноз и доверительные интервалы, в рамках которых возможно изменение числа пожаров, приведены в табл. 3.

Таблица 3. Прогноз количества пожаров в Российской Федерации на 2017–2018 гг.

Год	Количество пожаров, тыс. ед.	Доверительный интервал	
		минимальное значение прогноза	максимальное значение прогноза
2017	131,53	123,58	139,49
2018	125,61	131,53	133,57

С вероятностью равной 0,95 можно ожидать число пожаров в Российской Федерации в 2017 г. от 123,58 до 139,49 тыс. ед., что вполне соотносится с предварительными данными за 2017 г. (132,4 тыс. ед.) [12].

В табл. 4 представлен точечный прогноз числа погибших с учетом прогноза числа пожаров в 2017–2018 гг.

Таблица 4. Прогноз числа погибших при пожарах на 2017–2018 гг.

Год	Число погибших при пожарах, чел.	Доверительный интервал	
		минимальное значение прогноза	максимальное значение прогноза
2017	7 906	7 667	8 144
2018	7 225	6 937	7 514

Сравнение точечной оценки прогноза числа погибших при пожарах на 2017 г. (7 906 чел.) с реальным значением (7 782 чел.) [12] показывает, что относительная погрешность составляет менее 2 %, что подтверждает достаточную применимость предложенного подхода к построению трендовой модели, обеспечивающей высокое качество аппроксимации данных.

Литература

1. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 19.04.2018).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: стат. сб. / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2017. 124 с.
3. Матюшин А.В., Тоан Нго Куанг. Общая характеристика пожарной обстановки во Вьетнаме в 2007–2014 гг. // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2015. Вып. № 6 (64). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 19.04.2018).
4. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году: стат. сб. / под общ. ред. Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2008. 137 с.
5. Сметанкина Г.И., Дашко С.А. Проблематика обеспечения пожарной безопасности в жилом секторе // Новая наука: Проблемы и перспективы: Междунар. науч. период. изд. по итогам Междунар. науч.-практ. конф.: в 2-х ч. Стерлитамак: АМИ, 2016. Ч. 1. С. 31–33.
6. Анализ пожарной обстановки в России в 2006–2015 гг. / А.А. Порошин [и др.] // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2017. Вып. № 2 (72). URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения: 19.04.2018).
7. Крюкова М.С., Тарасова О.Ю., Фоминых А.А. Исследование динамики погибших при пожарах с помощью рядов Фурье // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 4 (16). С. 41–46.
8. Крюкова М.С., Кирпичникова А.А. Автоматизация процесса прогнозирования числа погибших при пожарах с помощью рядов Фурье // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 4 (24). С. 9–12.
9. Сажин Ю.В., Катень А.В., Сарайкин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. 192 с.
10. Калинина Е.С. Возможности метода группового учета аргументов в задачах прогнозирования безопасности химических производств // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 33–38.
11. Статистика: учеб. / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. М.: Проспект, 2010.
12. Электронная энциклопедия пожарного дела. URL: <http://wiki-fire.org> (дата обращения: 04.04.2018).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ РД 34.21.122-87 И СО-153-34.21.122-2003 ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

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

Рассматриваются основные положения двух инструкций по устройству молниезащиты зданий и сооружений: категории (классы), зоны защиты (уровни). Приводится сравнительный аналитический расчет, анализ полученных результатов для одиночного тросового и стержневого молниеотводов.

Ключевые слова: инструкция, молниезащита, вероятность, надежность, зона защиты, молниеотвод, категория

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE REGULATORY REQUIREMENTS OF RD 34.21.122-87 AND WITH-153-34.21.122-2003 THE LIGHTNING PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

S.V. Voronin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discusses the main provisions of the two instructions on the device of lightning protection of buildings and structures: categories (classes), protection zones (levels). A comparative analytical calculation and analysis of the results obtained for a single cable and rod lightning rods are presented.

Keywords: instruction, lightning protection, probability, reliability, protection zone, lightning rod, category

Для создания работоспособных, эффективных и оптимальных для каждого объекта систем разработаны общепризнанные нормативы проектирования и организации молниезащиты. Существуют международные и отечественные стандарты и правила. Кроме того, в России различают отраслевые и корпоративные стандарты (например Газпрома, МОЭК и т.п.). В основу всех норм, регламентирующих проектирование молниезащиты, положен многолетний опыт человечества по организации электробезопасности жилых домов и промышленных предприятий, а также особенности современных построек.

Современные специалисты, занимающиеся вопросами проектирования и создания молниезащиты современных построек любого назначения, отмечают, что требования Международной электротехнической комиссии (МЭК) гораздо строже в сравнении с инструкцией советских времен и даже более поздними российскими изданиями ГОСТов. Как правило, если российские инструкции не дают полный объем необходимой информации для правильного и эффективного создания защиты от молний, профессионалы используют признанные в мире стандарты МЭК.

Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 (РД) [1] и инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122-2003 (СО) [2] действуют в Российской Федерации одновременно, хотя между ними существуют некоторые различия. Также кроме перечисленных инструкций рекомендуется следовать положениям следующих документов:

- Правила устройства электроустановок 7-е издание, главы 2.4, 2.5, 4.2;
- Стандарт МЭК 61024-1 «Молниезащита зданий и сооружений. Общие положения»;
- Стандарт МЭК 61312-1 «Защита от импульсного перенапряжения. Общие положения»;

– Стандарт МЭК 62305-1-2010 «Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»;

– Стандарт МЭК 62305-2-2010 «Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска».

В инструкции СО из-за отсутствия справочных материалов возникают определенные трудности в ее применении. Поэтому в настоящее время целесообразно использовать сотрудникам Государственной противопожарной службы МЧС России инструкцию РД, поскольку она не входит в структуру РАО «ЕЭС России», а инструкцию СО – как справочную.

Инструкция РД устанавливает три категории молниезащиты зданий и сооружений, обозначаемых римскими цифрами I, II, III, и два типа зон защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов, обозначаемых буквами А и Б. При этом зонам защиты А и Б установлена ориентировочная степень надежности молниезащиты соответственно 0,995 и 0,95.

Инструкция СО подразделяет объекты молниезащиты на четыре класса. Для обычных объектов предусматривается четыре уровня защиты от прямого удара молнии: 0,8; 0,90; 0,95; 0,98. Для специальных объектов уровень защиты устанавливается в пределах $0,9 \div 0,999$.

Сравнительный анализ двух инструкций показал, что [3]:

1. В инструкции РД более формализована процедура определения категории и зоны защиты, в зависимости от классов пожаро- и взрывоопасных зон. В инструкции СО она выражена более субъективно.

2. Инструкция РД предназначена для работы пользователей, в то же время СО содержит информацию, которая им не так нужна, а в большей степени подходит разработчику: пиковое значение тока, полный заряд, заряд в импульсе, удельная энергия, средняя крутизна. При том, что нет указаний, откуда брать эти параметры для расчета молниезащиты конкретного объекта.

3. В инструкции РД четко прописаны организационно-технические мероприятия, что необходимо делать для трех категорий, какие можно использовать молниеотводы. В инструкции СО формулы пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах рекомендуется пользоваться специальной методикой, без ссылки на нее.

4. Приведенные в РД формулы позволяют определять высоту молниеотводов и зону их защиты в зависимости от габаритов объекта и типа зоны защиты. При этом они даются дополнительно для двух стержневых и двух тросовых молниеотводов разной высоты, а также для многократного стержневого молниеотвода. Формулы в СО для расчета зон защиты пяти простейших молниеотводов даны для обеспечения надежности 0,9; 0,99 и 0,999.

5. Если в инструкции РД для I категории молниезащиты указывается наименьшее допустимое расстояние по воздуху от защищаемого объекта до опоры молниеотвода, то в СО такого понятия нет.

6. Наиболее ярким отличием, например инструкции РД 34.21.122-87 от норм ИЕС, при создании внешней защиты является отсутствие подробного описания организации молниеприемной сети для сложных рельефных крыш, а также отсутствие рекомендаций по рекомендуемым к использованию материалам для заземлений и т.д. При обустройстве внутренней системы защиты стандарты МЭК детально описывают применение разрядников без искровых промежутков для предотвращения пожаров, выхода из строя бытовой техники, промышленного оборудования и внутренних сетей.

7. Инструкция СО не дает расчетных формул при проектировании молниезащиты для обычных объектов, в ней отсутствуют требования к грозозащите на взрывоопасных зданиях и сооружениях, а также не описывается защита электроники и электрооборудования от перенапряжений.

Положительным в инструкции СО является учет новых технических решений: защита оптических кабельных линий; от вторичных воздействий молнии; экранирование; соединения внутри защищаемого объекта; заземление; устройства защиты от перенапряжений и т.д.

Для сравнения двух инструкций произведем расчет.

Определить соответствие молниезащиты прямоугольного здания длиной $L=10$ м, шириной $S=6$ м и высотой $h_x=4$ м требованиям пожарной безопасности. Для защиты от прямых ударов молнии используются одиночный тросовый молниеотвод (рис. 1) высотой 5 м (с учетом провеса) над поверхностью крыши, расположенный вдоль центральной линии крыши здания, с расстоянием между точками подвеса тросов на крыше $a=10$ м. Для инструкции СО предусмотренная надежность защиты равна 0,99. Для инструкции РД используются аналитические выражения для зон защиты А и Б.

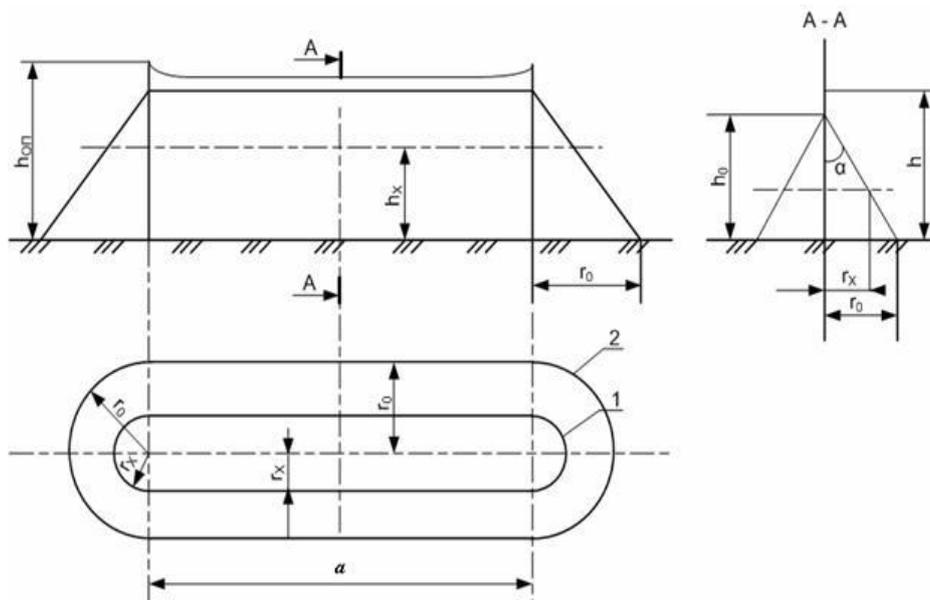


Рис. 1. Одиночный тросовый молниеотвод

Расчет по инструкции СО.

1) Определим высоту молниеотвода, сложив высоту здания и высоту тросового молниеотвода над поверхностью крыши:

$$h=5+4=9 \text{ м.}$$

2) Исходя из предусмотренной надежности защиты здания, определим высоту защитного конуса и его радиус:

а) высота конуса $h_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 9 = 7,2 \text{ м}$;

б) радиус конуса $r_0 = 0,95 \cdot h = 0,95 \cdot 9 = 8,55 \text{ м}$.

3) Определим полуширину r_x зоны защиты требуемой надежности на высоте h_x от поверхности земли:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{8,55 \cdot (7,2 - 4)}{7,2} = \frac{10,82}{2} = 3,8 \text{ м} .$$

Поскольку полуширина здания, равная 3 м, меньше полуширины зоны защиты 3,8 м, то здание полностью вписывается в зону защиты одиночного тросового молниеотвода и, следовательно, принятый вариант молниезащиты соответствует требованиям пожарной безопасности.

Расчет по инструкции РД с зоной защиты типа Б (0,95):

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 9 = 8,28 \text{ (м)}; r_0 = 1,7 \cdot h = 1,7 \cdot 9 = 15,3 \text{ (м)};$$

$$r_x = 1,7 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,7 \cdot \left(9 - \frac{4,0}{0,92} \right) = 7,9 > 3 \text{ (м)}$$

– соответствует (с запасом).

Для зоны защиты типа А (0,995), получаем:

$$h_0 = 0,85 \cdot h = 0,85 \cdot 9 = 7,65 \text{ (м)} ;$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot h = (1,35 - 0,0025 \cdot 9) \cdot 9 = 11,95 \text{ (м)}.$$

Определим радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x здания:

$$r_x = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right) = (1,35 - 0,0025 \cdot 9) \cdot \left(9 - \frac{4}{0,85} \right) = 5,7 > 3 \text{ (м)}$$

– соответствует, но уже с меньшим запасом.

Полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1. Расчет для одиночного троссового молниеотвода

Тип молниеотвода	Инструкция по молниезащите		
	СО	РД, тип зоны защиты	
Одиночный троссовый	p=0,99	Б(p=0,95)	А(p=0,995)
Радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x , м	3,8 > 3,0	7,9 > 3,0	5,7 > 3,0

Необходимо определить соответствие молниезащиты прямоугольного здания $L=9$ м, $S=6$ м и $h_x=5,5$ м требованиям пожарной безопасности. Для защиты от прямых ударов молнии используется одиночный стержневой молниеотвод (рис. 2), расположенный в центре крыши здания, с молниеприемником типа МП-1 длиной $L_m=5,5$ м. Полученные данные сведены в табл. 2.

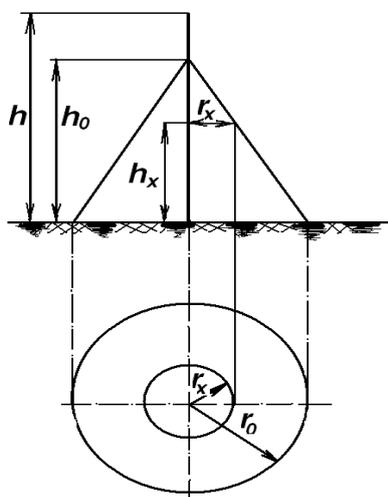


Рис. 2. Одиночный молниеотвод

Таблица 2. Расчет для одиночного стержневого молниеотвода

Тип молниеотвода	Инструкция по молниезащите		
	СО	РД, тип зоны защиты	
Одиночный стержневой	$p=0,9$	Б ($p=0,95$)	А ($p=0,995$)
Радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x , м	$5,44 > 5,41$	$7,54 > 5,41$	$4,88 < 5,41$

На основании проведенного анализа требований нормативных документов по молниезащите РД 34.21.122-87 и СО-153-34.21.122-2003 можно сделать следующие выводы.

Анализ полученных результатов для молниеотводов показывает, что расчеты, выполненные по инструкции СО, получаются более жесткими. Для обеспечения одинаковых значений радиусов горизонтального сечения высоту молниеотводов, рассчитанных по СО, необходимо увеличивать, что обеспечит большую надежность защиты, по сравнению с надежностью защиты, обеспечиваемой при расчете по РД, но будет связано с увеличением материальных и финансовых затрат.

Прежде чем ставить вопрос о переходе от использования инструкции РД 34.21.122-87 к использованию инструкции СО-153-34.21.122-2003 необходимо полностью завершить разработку последней, обеспечив ее необходимыми справочными материалами.

Работа по завершению разработки инструкции СО-153-34.21.122-2003 предстоит еще большая, ее целесообразно заканчивать коллективу МЭИ, который разработал опубликованную часть этой инструкции, а, следовательно, имеет необходимый задел; остается только профинансировать такую работу, например РАО «ЕЭС России».

В конечном итоге необходимо в ближайшее время скорректировать указанные недостатки и подготовить новую инструкцию по молниезащите с учетом последних нормативных и руководящих документов.

Литература

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.03.2018).
2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122-2003 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.03.2018).
3. Воронин С.В., Скрипник И.Л. Современное состояние нормативных документов в области молниезащиты // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 92–96.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ EXCEL НА ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»)

И.Л. Данилов, кандидат физико-математических наук, доцент;
Н.И. Егорова, кандидат физико-математических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы применения интерактивных технологий обучения на основе среды программирования EXCEL при проведении лабораторно-практических занятий

по физике по разделу «Электричество». Представлены примеры тестовых вопросов, задач и виртуальных лабораторных заданий по темам «Электростатика» и «Электрический ток». Приведены основные принципы построения, разработанных авторами, системы интерактивного тестирования знаний и виртуальных лабораторных установок.

Ключевые слова: электростатика, электростатическое поле, теорема Гаусса для электрических полей, электрический ток, характеристики электрического тока, виртуальная лабораторная установка

EXCEL INFORMATION MEDIA USING AT LABORATORY-PRACTICAL CLASSES ON PHYSICS (ON EXAMPLE OF THE SECTION «ELECTRICITY» STUDYING)

I.L. Danilov; N.I. Egorova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The questions of application of interactive learning technologies on the basis of the EXCEL programming environment in conducting laboratory and practical exercises in physics under the section «Electricity» are considered. Examples of test questions, tasks and virtual laboratory works on the topics «Electrostatics» and «Electric current» are presented. The basic principles of construction, developed by the authors, the system of interactive testing of knowledge and virtual laboratory facilities are presented.

Keywords: electrostatics, electrostatic field, Gauss's theorem for electric fields, electric current, electric current characteristics, virtual laboratory installation

Изучение вопросов, входящих в раздел «Электричество» курса физики в техническом вузе, часто вызывает затруднения в связи с тем, что проведение занятий по темам «Электростатика» и «Электрический ток» происходит во втором или третьем семестре обучения. К этому моменту обучающиеся еще не овладели, а зачастую просто еще не изучали, необходимые для успешного усвоения материала вопросы высшей математики. Кроме того впервые в этих темах необходимо уметь применять перекрестные знания из других разделов физики, прежде всего, «Механики» и «Молекулярной физики».

Чтобы облегчить процесс усвоения и запоминания учебного материала в таких условиях необходимо, прежде всего, повысить интерес восприятия и придать наглядность применяемому математическому аппарату путем разъяснения физического смысла производимых операций [1–3]. Методы дифференциального и интегрального исчисления при расчетах напряженности электрического поля и разности потенциалов, построение силовых линий на основе аналитической геометрии, применение теоремы Крамера для расчета разветвленных электрических цепей уверенно способствуют пониманию как практической (физической) сущности изучаемых объектов, так и теоретических (математических) методов обработки результатов измерений.

В целях обеспечения комплексного подхода, позволяющего повысить усвоение теоретического лекционного материала, развить навыки решения практических задач по физике и применения методик лабораторных измерений и обработки результатов измерений на кафедре физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности разработана методика проведения лабораторно-практического занятия по физике [4].

В комплекс предлагаемых заданий входят.

1. Тестовые вопросы с уровнем усвоения материала: «Иметь представление» и «Знать», содержание которых не требует креативных действий. Например, по теме «Электростатика» такими вопросами являются:

– **Силовые линии электростатического поля ...**

(1) – начинаются на положительных, а заканчиваются на отрицательных зарядах;

(2) – начинаются на отрицательных, а заканчиваются на положительных зарядах;

- (3) – всегда замкнутые;
- (4) – не имеют начала и конца;
- (5) – правильного ответа здесь нет.

– **Емкость уединенного проводника – определяется по формуле ...**

- (1) – $C = q \cdot \varphi$, где q – заряд проводника; φ – потенциал проводника;
- (2) – $C = q / \varphi$;
- (3) – $C = q^2 / \varphi$;
- (4) – $C = q / \varphi^2$;
- (5) – правильного ответа здесь нет.

2. Тестовые вопросы с уровнем усвоения материала: «Понимать» и «Уметь применять», для ответа на которые требуется совершение креативных действий. Например, по теме «Электростатика» такими вопросами являются:

– **Бесконечно протяженная заряженная нить имеет линейную плотность заряда 10 мкКл/м. Разность потенциалов электрического поля нити в вакууме между точками на расстоянии 1 м и 2 м от нее равна...**

Считать, что $k=1/4\pi\epsilon_0=9 \cdot 10^9$ м/Ф.

- (1) – 90 кВ;
- (2) – 360 кВ;
- (3) – 180 кВ;
- (4) – 180 В;
- (5) – 90 В.

– **Точечный заряд, равный 10 мКл, переместился из точки с потенциалом 20 В в точку с потенциалом 10 В. Чему равна работа силы электрического поля? Ответ привести в мДж.**

В последнем примере задачи обучающийся должен ввести в программу тестирования не номер правильного ответа, а число – в указанных единицах измерения. Такой подход полностью исключает вариант ответа в стиле «угадывания».

Заметим, что проверка знаний происходит в среде EXCEL по авторской программе, разработанной на кафедре доцентом Н.И. Егоровой. Установка программы тестирования на ПК не требует никаких специальных действий, кроме входящих в стандартный набор среды EXCEL.

Общее число вопросов теста равно десяти, только четыре из которых являются элементарными. Для допуска к виртуальной лабораторной работе нужно набрать не менее пяти баллов. Результаты тестирования выводятся на экран ПК сразу после ответа на последний вопрос или окончания лимита времени, заданного преподавателем. Обучающийся может увидеть, где были совершены ошибки, обсудить их с преподавателем. В случае получения неудовлетворительной оценки тестирование производится повторно. Повторное тестирование для повышения оценки проводится в конце занятия в случае наличия учебного времени.

3. Виртуальное лабораторное задание по электростатике.

Общий вид главной страницы виртуального лабораторного комплекса по электростатике представлен на рис. 1. Обучающийся вводит номер варианта и выполняет набор заданий по указанию преподавателя. В процессе работы можно обращаться к сведениям из теории, на основе которых разработаны задания.

На рис. 2 представлен вид одного из заданий по расчету электрического поля двух заряженных плоскостей.

На рис. 3 представлен вид задания по изучению движения заряженных частиц в электростатическом поле.

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ.
Исследование электростатического поля заряженных объектов.
Изучение движения заряженной частицы в однородном электрическом поле.

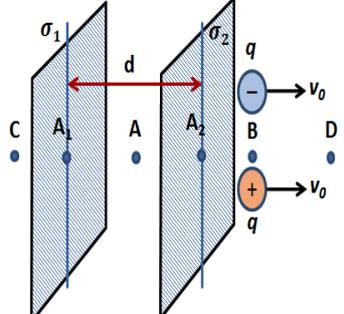
Введите номер варианта

Рис. 1. Общий вид начальной страницы заданий по электростатике

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

Исследование электростатического поля двух бесконечно протяжённых заряженных плоскостей

Цели работы:
 1. определение характеристик электростатического поля двух заряженных плоскостей;
 2. изучение движения заряженной частицы в электрическом поле.



Константы и начальные условия	
$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
$k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ м/Ф	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
$AC = AB = d$	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
$AA_1 = AA_2 = d/2$	$m_n = 1,68 \cdot 10^{-27}$ кг

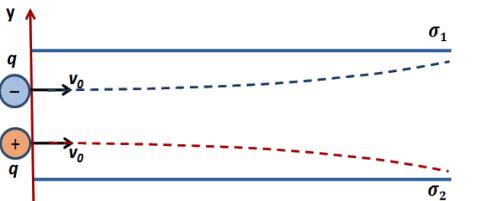
Условия задачи						
σ_1 , нКл/м ²	σ_2 , нКл/м ²	d, м	ϵ	q	m	v_0 , м/с
5,5	1,2	0,04	9,6	-e	m_e	60

Рис. 2. Пример задания для изучения электрического поля двух плоскостей

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

Исследование электростатического поля двух бесконечно протяжённых заряженных плоскостей

Цели работы:
 определение характеристик электростатического поля двух заряженных плоскостей (часть 1);
 изучение движения заряженной частицы в однородном электрическом поле (часть 2).



Константы и начальные условия	
$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
$\epsilon = 1$	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
$k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ м/Ф	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
$\sigma_1 = \sigma; \sigma_2 = -\sigma$	$m_n = 1,68 \cdot 10^{-27}$ кг

Условия задачи		
σ , нКл/м ²	q	m
5,3	-e	m_e

Рис. 3. Пример задания для изучения движения заряженной частицы в электрическом поле двух заряженных плоскостей

На рис. 4 представлен вид задания для изучения электрического поля заряженной нити.

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

Начало

Исследование электростатического поля
бесконечно протяжённой заряженной нити (провода)

Цели работы:
определение характеристик электростатического поля заряженной нити.

Константы и начальные условия	
$\epsilon_0 \approx 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
$k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ м/Ф	$m_p = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
AB = BC = CD = 1 см	$m_e = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
DK = KM = MN = 1 см	$m_n = 1,68 \cdot 10^{-27}$ кг

Условия задачи					
τ , нКл/м	AB, см	ϵ	q	m	v_0 , м/с
79	10,2	9,6	-e	m_e	60

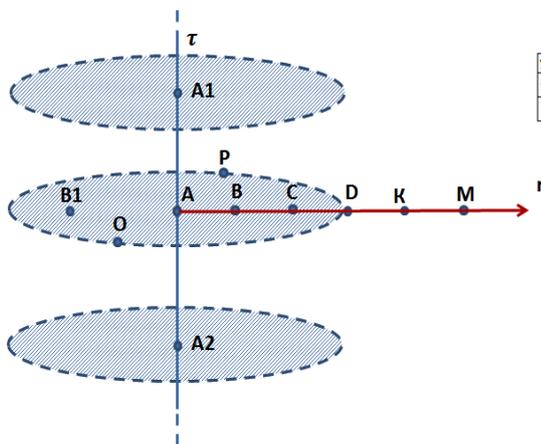


Рис. 4. Пример задания для изучения электрического поля заряженной нити

В указанных в задании точках (рис. 2, 4) рассчитывается модуль напряженности электрического поля, указывается направление вектора напряженности, определяется разность потенциалов между заданными точками, строится график распределения потенциала вдоль заданного направления.

Расчет погрешностей косвенных измерений проводится, исходя из погрешностей заданных параметров (например поверхностная или линейная плотность заряда) и линейных измерений.

В задании на рис. 5 определяется удельный заряд частицы, исходя из полученных графических зависимостей. Полученное значение удельного заряда сравнивается с известным из теории с учетом погрешностей измерений.

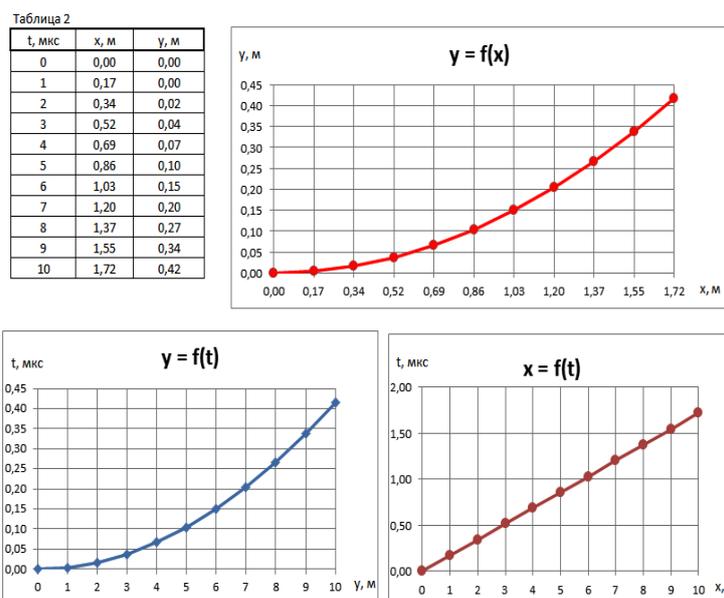


Рис. 5. Пример графических зависимостей координат от времени и траектории частицы, используемых для расчета удельного заряда частицы

Наглядность и быстрота обработки данных измерений в среде EXCEL повышают интерес обучающихся к занятию, позволяют сохранить концентрацию внимания в течение всего занятия. По отзывам самих курсантов (студентов) они удивляются «как быстро» проходят шесть часов учебных занятий в виртуальной лаборатории физики.

Для проведения занятия по теме «Электрический ток» доцентом Н.И. Егоровой разработана в среде EXCEL виртуальная модель моста Уинстона, с помощью которого можно измерять электрическое сопротивление проводников.

Общий вид виртуальной установки показан на рис. 6. Таблицы для ввода результатов прямых и косвенных измерений приведены на рис. 7.

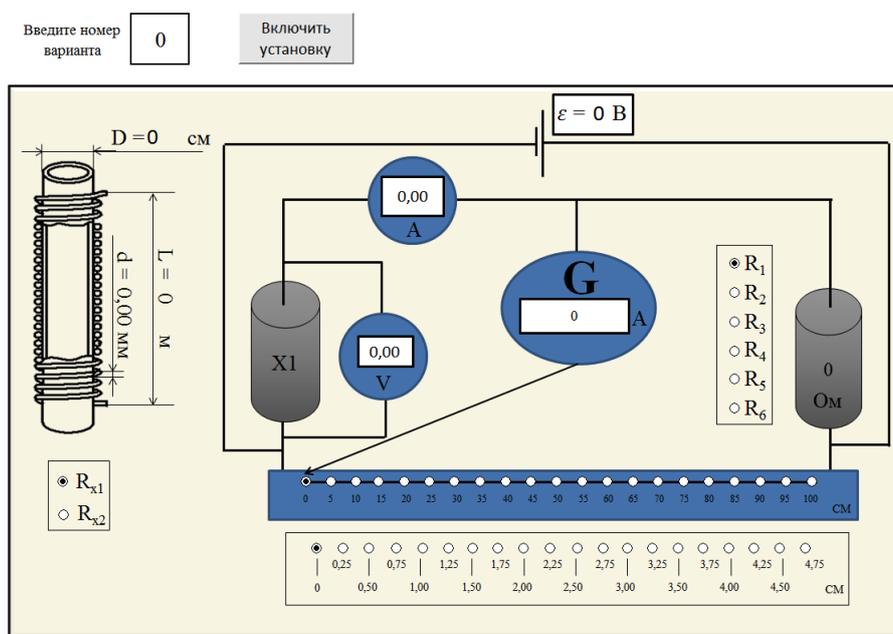


Рис. 6. Виртуальная модель моста Уинстона в среде EXCEL

Начальные данные Проволока № 1			Начальные данные Проволока № 2		
$L_1, \text{ м}$	$D_1, \text{ м}$	$d_1, \text{ м}$	$L_2, \text{ м}$	$D_2, \text{ м}$	$d_2, \text{ м}$

Определение неизвестного сопротивления R_{x1}											
	$R, \text{ Ом}$	$l_1, \text{ м}$	$l_2, \text{ м}$	$R'_{x1}, \text{ Ом}$	$I_1, \text{ А}$	$U_1, \text{ В}$	$R_{x1}, \text{ Ом}$	$R_A, \text{ Ом}$	$E_1, \text{ В/м}$	$j_1, \text{ А/м}^2$	$\langle u \rangle_1, \text{ м/с}$
R_1											
R_2											
R_3											
R_4											
R_5											
R_6											

Определение неизвестного сопротивления R_{x2}											
	$R, \text{ Ом}$	$l_1, \text{ м}$	$l_2, \text{ м}$	$R_{x2}, \text{ Ом}$	$I_2, \text{ А}$	$U_2, \text{ В}$	$R_{x2}, \text{ Ом}$	$R_A, \text{ Ом}$	$E_2, \text{ В/м}$	$j_2, \text{ А/м}^2$	$\langle u \rangle_2, \text{ м/с}$
R_1											
R_2											
R_3											
R_4											
R_5											
R_6											

Рис. 7. Таблица для ввода результатов измерений в модели моста Уинстона

В заключении отметим, что на кафедре физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России разработаны тестовые задания по всем темам курса общей физики – от механики до ядерной физики. Тесты планируется загрузить в базу для проверки знаний в среде EXCEL. На кафедре кроме описанных в данной статье созданы виртуальные модели по темам «Колесания и волны», «Волновая оптика», «Тепловое излучение», «Молекулярная физика» [5–9].

В настоящее время продолжается работа по созданию виртуальных лабораторных установок по другим разделам курса физики. Авторы приглашают всех заинтересованных лиц и организации к плодотворному сотрудничеству.

Литература

1. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет / под общ. ред. В.Ф. Очкова. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во БХВ-Петербург, 2015. 336 с.
2. Майер Р.В. Решение физических задач в электронных таблицах Excel: учеб. пособие. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2016. 148 с.
3. Данилов И.Л. Изучение основных физических характеристик ионизирующих излучений методом совмещения натурального и виртуального экспериментов // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2014. № 3 (11). С. 78–87.
4. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Лабораторный практикум по физике на основе моделирования в среде MS Excel // Интернет и современное общество: труды XX Междунар. объедин. науч. конф. СПб.: Ун-т ИТМО, 2017. С. 104–113.
5. Автоматизация изучения характеристик молекул и газов на основе классической статистики Максвелла-Больцмана: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016615696 от 27 мая 2016 г. / И.Л. Данилов [и др.]. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 10.05.2018).
6. Автоматизация изучения законов и характеристик теплового излучения на основе построения функции Кирхгофа: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016616688 от 17 июля 2016 г. / И.Л. Данилов [и др.]. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 10.05.2018).
7. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на щели: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017661810 от 20 окт. 2017 г. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 10.05.2018).
8. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере дифракции на дифракционной решетке: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017662291 от 2 нояб. 2017 г. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 10.05.2018).
9. Данилов И.Л., Егорова Н.И. Автоматизация изучения явлений волновой оптики на примере интерференции в виде колец Ньютона: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017662290 от 2 нояб. 2017 г. URL: <http://www.reestr.minsvtaz.ru> (дата обращения: 10.05.2018).

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT 6.3

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

А.С. Константинова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведен сравнительный анализ методов определения предела огнестойкости строительных конструкций путем натуральных огневых испытаний и расчетным путем.

Разработан алгоритм подбора сложной формы огнезащитного покрытия с применением программного комплекса ELCUT 6.3.

Ключевые слова: предел огнестойкости, огнезащитное покрытие, ELCUT 6.3

CALCULATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE FIREPROOF COVERING BY MEANS OF THE PROGRAM COMPLEX «ELCUT 6.3»

N.N. Romanov; A.S. Konstantinova.

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

In article the comparative analysis of methods of definition of a limit of fire resistance of building constructions by natural fire tests and is carried out a settlement way. The algorithm of selection of irregular shape of a fireproof covering with application of the program complex «ELCUT 6.3» is developed.

Keywords: fire resistance limit, fireproof covering, ELCUT 6.3

С позиции обеспечения пожарной безопасности одно из наиболее важных свойств строительной конструкции – предел огнестойкости, отражающий ее способность выдерживать нормативную нагрузку при воздействии повышенной температуры среды в помещении в случае пожара.

Пунктом 10 ст. 87 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] допускается определение пределов огнестойкости строительных конструкций путем огневых испытаний либо – для конструкций, «...аналогичных по форме, материалам, конструктивному исполнению строительным конструкциям, прошедшим огневые испытания...», – расчетно-аналитическим путем.

Огневые испытания производятся с помощью испытательных печей, где имитируются реальные условия нагружения и опирания испытуемой строительной конструкции, создаются необходимые условия температуры греющей среды и давления [2].

Испытанию подвергаются два одинаковых образца строительной конструкции определенного вида. Среднее значение результатов двух испытаний принимается пределом огнестойкости данной конструкции. В случае если результаты различаются более чем на 20 %, должно быть проведено дополнительное испытание в целях уточнения полученных результатов.

Изложенные условия позволяют выделить такие недостатки метода натурных огневых испытаний, как его неэкономичность, высокая трудоемкость и временные затраты (связанные в том числе с длительной процедурой согласования), а также вероятность отсутствия возможности проведения таких испытаний в некоторых случаях (например, потребность оценить предел огнестойкости отдельного элемента монолитного каркаса здания и т.п.).

В случае отсутствия возможности проведения огневых испытаний конкретного элемента здания или сооружения или экономической нецелесообразности огневого испытания определение предела огнестойкости может быть осуществлено расчетным методом. Кроме того, при использовании расчетного метода существует возможность проверить множество разных вариантов с целью подбора наиболее эффективного решения.

Статья 52 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] в числе способов защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов пожара определяет использование огнезащитных составов и облицовок для обеспечения требуемого предела огнестойкости строительных конструкций. Наиболее широкое применение данный способ находит в сфере защиты металлических строительных конструкций.

Как правило, для каждого вида огнезащитного покрытия существуют таблицы значений необходимой толщины нанесения покрытия для обеспечения требуемого предела огнестойкости, отнесенной к приведенной толщине металла. Однако в случае нанесения

огнезащитного покрытия на металлическую конструкцию сложной формы существует возможность уменьшить толщину покрытия в наименее уязвимых областях конструкции без потери огнезащитных свойств, добившись тем самым существенной экономии огнезащитного материала, особенно в случае достаточно больших площадей, подлежащих огнезащитной обработке. Подбор толщины покрытия в этом случае с помощью готовых таблиц представляет объективные сложности, связанные с необходимостью деления сечения конструкции на простые элементы и определения суммарного влияния высокой температуры греющей среды на данную конструкцию.

Для подбора сложной конфигурации огнезащитного покрытия для конструкций сложной формы может быть использован программный комплекс ELCUT 6.3 [3], позволяющий решать задачи нестационарной теплопроводности методом конечных элементов. В качестве примера проведем подбор оптимальных геометрических параметров огнезащитного покрытия на основе вермикулита для стальной колонны, имеющей форму двутавра.

Зададимся требуемым пределом огнестойкости колонны R 30. В табл. 1 представлены теплофизические свойства стали, из которой изготовлена колонна, а также огнезащитного вермикулитового покрытия [4].

Таблица 1. Теплофизические свойства используемых материалов

Параметр	Вермикулитовое покрытие	Сталь 09Г2С
Плотность, кг/м ³	250	7600
Теплопроводность, Вт/м °С	$0,081+2,32 \cdot 10^{-4}t$	$58-0,042t$
Теплоемкость, кДж/кг °С	0,84	$0,47+2,1 \cdot 10^{-4}+5 \cdot 10^{-7}t^2$

На рис. 1 приведена геометрическая конфигурация двутавровой колонны [5].

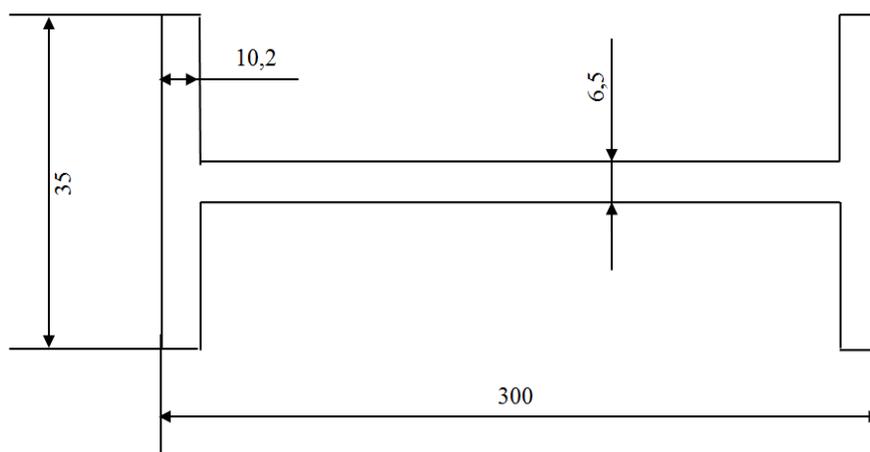


Рис. 1. Геометрические характеристики колонны, мм

Сечение колонны симметрично, что дает возможность при расчете рассматривать одну четверть сечения.

Для первоначального подбора примем толщину огнезащитного покрытия равной 20 мм. Зададимся температурным режимом пожара для горения углеводородов, описанным в работе [6] уравнением:

$$T(\tau) = 1080 \cdot (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167\tau} - 0,675 \cdot e^{-2,5\tau}) + T_0$$

На рис. 2 приведена цветографическая схема температурного поля в сечении колонны на момент времени 30 мин.

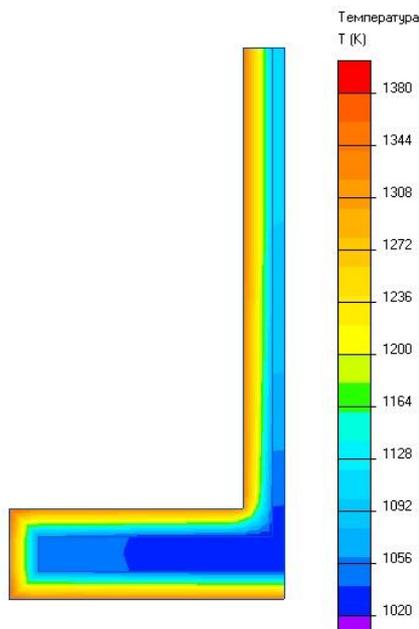


Рис. 2. Температурное поле в сечении колонны на момент времени 30 мин

Из анализа рисунка можно наблюдать, что наиболее уязвимым участком колонны является середина стенки. Определим локальные значения температуры в центре стенки (точка 1, рис. 3) и в углу полки на равном расстоянии от поверхности металла (точка 2, рис. 3).

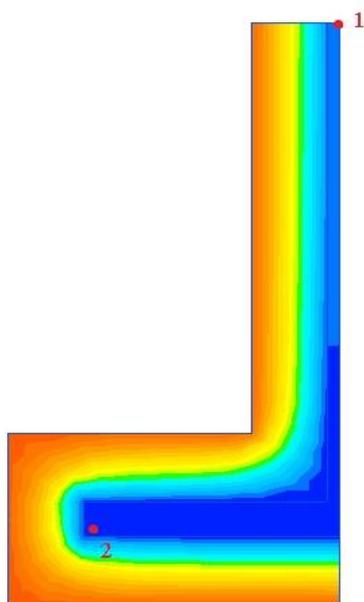


Рис. 3. Точки определения локальных значений температуры

Определенные локальные значения температуры приведены на рис. 4.

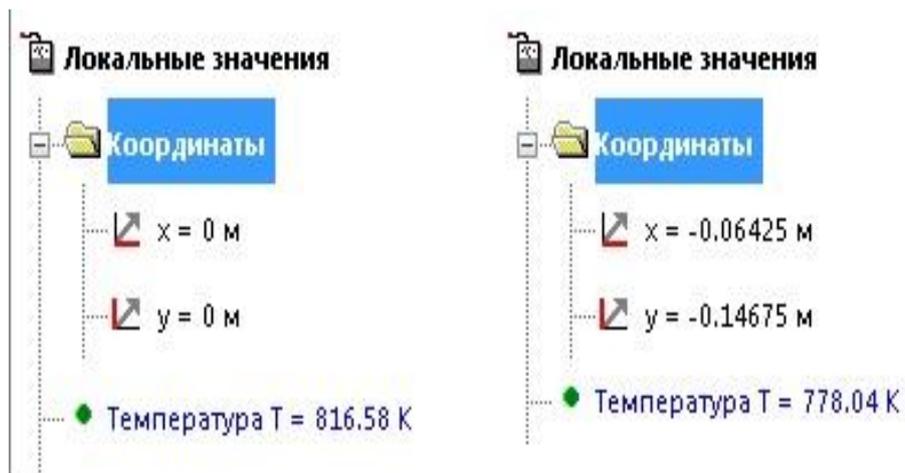


Рис. 4. Локальные значения температуры в контрольных точках

Значения температуры значительно выше критических значений (для стали – около 720 К). Необходимо увеличить толщину вермикулитового покрытия и повторить расчет.

На рис. 5 представлена цветографическая схема и локальные значения температуры в контрольных точках при толщине огнезащитного покрытия 30 мм.

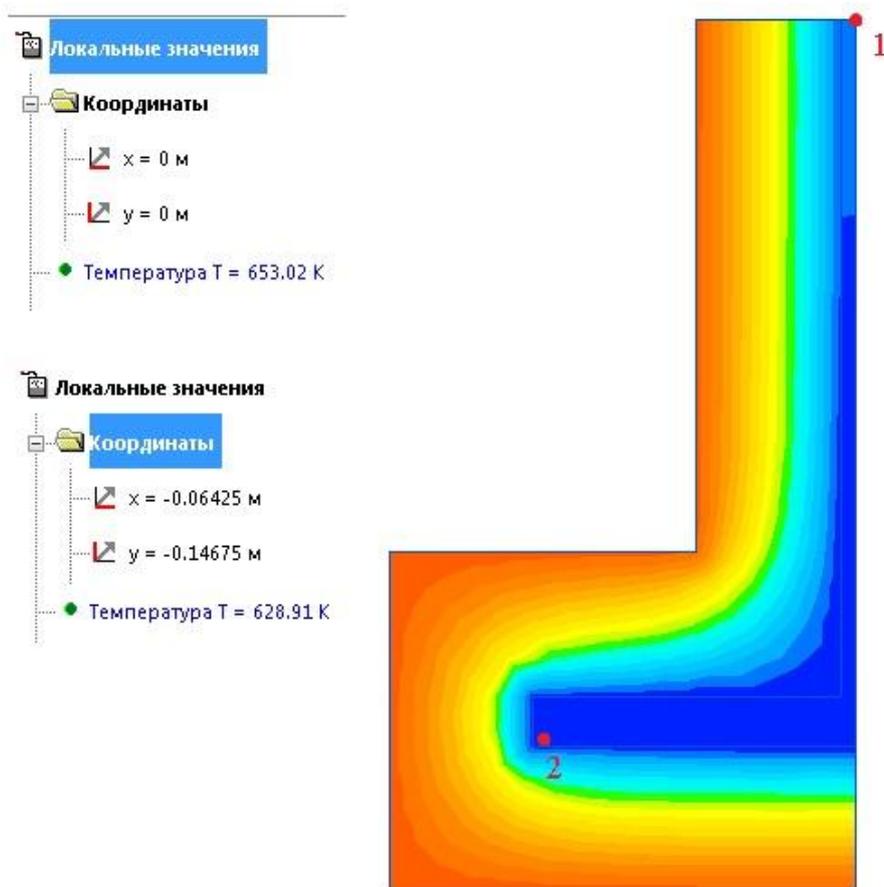


Рис. 5. Цветографическая схема температурного поля и локальные значения температуры в контрольных точках на момент времени 30 мин при покрытии толщиной 30 мм

При данной толщине огнезащитного покрытия значение температуры осталось значительно ниже критического. Следовательно, оптимальная толщина покрытия находится в промежутке от 20 до 30 мм. Произведем аналогичные расчеты для промежуточных значений толщины покрытия с шагом 1 мм.

Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Локальные значения температуры в контрольных точках на момент времени 30 мин при различной толщине огнезащитного покрытия

Толщина покрытия, мм	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T(30) в точке 1, К	817	798	779	761	744	728	712	697	682	667	653
T(30) в точке 2, К	778	760	743	726	711	696	682	668	655	642	628

На рис. 6 показан график изменения температуры в контрольных точках на момент времени 30 мин в зависимости от толщины покрытия.

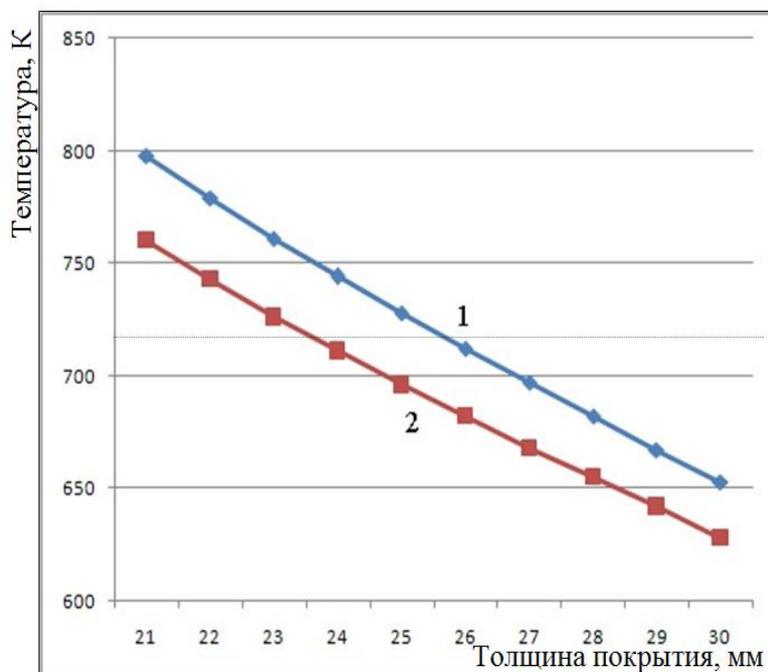


Рис. 6. График изменения температуры в контрольных точках № 1, 2 соответственно при различной толщине защитного покрытия

На графике видно, что необходимая толщина вермикулитового покрытия для защиты стенки составляет около 26 мм, для защиты полок толщина покрытия должна быть около 24 мм. Зададим в качестве исходных данных огнезащитное покрытие сложной формы (26 мм – с обеих сторон стенки двутавра, 24 мм – на остальных участках). Локальные значения температуры в контрольных точках на момент времени 30 мин показаны на рис. 7.

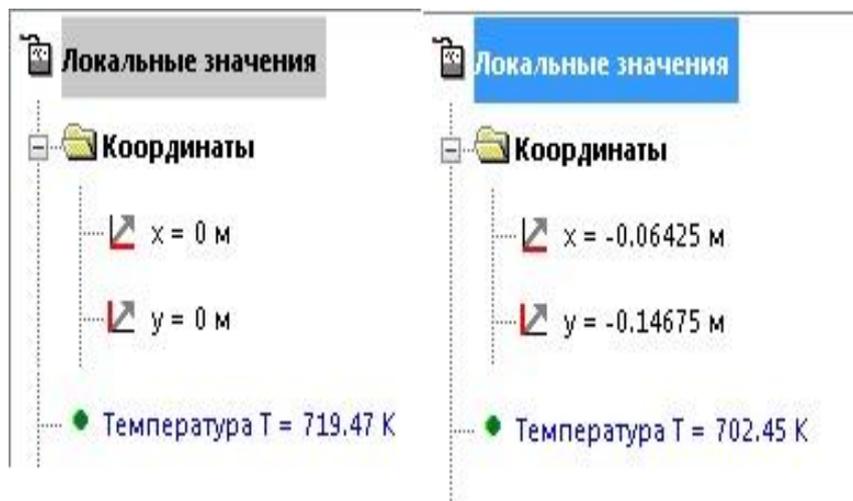


Рис. 7. Локальные значения температуры в точках 1, 2 соответственно на момент времени 30 мин

Таким образом, можно наблюдать, что подобранная конфигурация вермикулитового огнезащитного покрытия обеспечивает требуемый предел огнестойкости. Проведем расчет сэкономленного огнезащитного материала.

Определим защищаемый периметр колонны:

$$P = 0,135 \cdot 2 + 0,0102 \cdot 4 + (0,3 - 0,0102 \cdot 2) \cdot 2 + (0,135 - 0,0065) \cdot 2 = 1,127 \text{ м}$$

Примем высоту колонны равной 3 м. В этом случае площадь покрытия составит:

$$S = 1,127 \cdot 3 = 3,381 \text{ м}^2$$

При толщине покрытия, равной 26 мм, и плотности огнезащитного материала, равной 250 кг/м^3 , масса покрытия в расчете на одну колонну составит:

$$m_1 = 3,381 \cdot 0,026 \cdot 250 = 21,98 \text{ кг}$$

Определим массовый расход материала на одну колонну при покрытии подобранной сложной конфигурации:

$$m_2 = (0,5592 \cdot 0,026 + 0,5678 \cdot 24) \cdot 3 \cdot 205 = 17,32 \text{ кг}$$

Экономия материала составит:

$$\Delta m = 21,98 - 17,32 = 4,66 \text{ кг}$$

Таким образом, подбор оптимальной конфигурации покрытия позволяет при огнезащитной обработке добиться существенной экономии огнезащитного материала без потери защитных свойств, что представляет практический интерес для организаций, имеющих потребность проведения огнезащитной обработки строительных конструкций в крупных масштабах.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (в ред. от 29 июля 2017 г.). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

2. ГОСТ 30247.0–94 (ИСО 834-75). Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 02.03.2018).

3. ELCUT ® Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов. Версия 6.3 – Руководство пользователя. СПб.: ООО «Тор», 2017.

4. Основы пожарной теплофизики: учеб. для пож.-техн. училищ / М.П. Башкирцев [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1984. 200 с.

5. ГОСТ 8239–89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 02.03.2018).

6. Моделирование огнестойкости бетона при высокоинтенсивном нагреве / Р.Ш. Еналеев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 10.



ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В ВУЗЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

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

Рассматриваются основные принципы компьютерной технологии обучения: научности, наглядности, активности, системности и последовательности, индивидуализации. Приводятся примеры их реализации в учебном процессе кафедры при изучении общепрофессиональной и специальной, профилактической дисциплин для оценки качества профессиональной подготовки.

Ключевые слова: компьютер, профессиональная подготовка, контроль, технология обучения, программа, дисциплина, принцип, научность, журнал, пособие, преподаватель, наглядность, активность, системность, последовательность, индивидуализации обучения, подход, среда, эффективность

USE OF COMPUTER TECHNOLOGY TRAINING FOR QUALITY CONTROL TRAINING AT THE UNIVERSITY OF FIRE-TECHNICAL PROFILE

I.L. Skrypnyk. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The basic principles of computer technology of training are considered: science, visibility, activity, consistency and sequence, individualization. Examples of their implementation in the educational process of the Department in the study of General and special, preventive disciplines to assess the quality of training.

Keywords: computer, training, supervision, learning technology, program, discipline, principle, science, journal, manual, teacher, visibility, activity, consistency, sequence, individualization of learning, approach, environment, efficiency

Повышение качества образовательного процесса складывается из следующих основных составляющих:

- образовательной программы;
- потенциала научно-педагогического состава (НПС), задействованного в учебном процессе;
- уровня знаний обучающихся;
- современных средств обеспечения учебного процесса (учебно-материальной базы, учебно-методических комплексов, автоматизированных обучающихся систем, технических средств обучения, учебных кабинетов);

- управления образовательными системами и процессами;
- образовательных технологий.

Профессиональная подготовка (ПП) специалистов Государственной противопожарной службы (ГПС) представляет собой целенаправленную деятельность по обучению обучающихся специальным знаниям, умениям и навыкам, а также формированию профессионально-значимых качеств.

Компьютерная технология обучения (КТО) представляет собой современную ЭВМ в ее органической связи с учебными целями, научным содержанием и дидактическими методами применения, как средства обучения. КТО характеризуется тем, что она функционирует в системе обучающийся – ЭВМ и состоит из следующих подсистем:

- технической (тип применяемого компьютерного средства);
- программной (совокупность компьютерных программ);
- предметной (конкретные знания);
- методической (учебно-методический комплекс, методики оценки знаний).

По этому способу работает большинство технических средств обучения. Это автоматизированные системы знаний, компьютерные тренажеры, компьютерные игры и др.

Применение ЭВМ в образовательном процессе полностью реализует его дидактические принципы – основные основополагающие правила и формирует новые задачи. Так по дисциплине «Электротехника и электроника» обучающиеся выполняют виртуальные лабораторные работы в современном прикладном пакете «Electronics Workbench», «Multisim». На выпускающих курсах для расчета пожарного риска, основных поражающих факторов пожара (используют специальную программу «ФОГАРД») производят расчет:

- избыточного давления на фронте ударной волны и импульса давления при частичной и полной разгерметизации технологического аппарата;
- интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» для различных сценариев аварий (событий);
- по пожару пролива нефтепродуктов при аварии технологического оборудования;
- условной вероятности поражения человека вследствие воздействия различных опасных факторов.

Рассмотрим основные принципы использования КТО в вузе.

Принцип научности. Применение компьютерных систем способствует получению современной информации, на основе которой формируются новые знания. Для этого сотрудники и работники центра международной деятельности и информационной политики делают подбор научных материалов конференций, сообщений, выступлений в виде соответствующих сборников.

В университете формируются два ВАК журнала:

- «Проблемы управления рисками в техносфере».

В нем находят отражение следующие направления: снижение рисков и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС); обеспечение безопасности при ЧС; пожарная и промышленная безопасность; пожарная тактика, физико-химические основы процессов горения и тушения; безопасность критически важных и потенциально опасных объектов.

– Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России», в котором публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Он содержит научно-исследовательскую деятельность в области предотвращения и ликвидации ЧС.

Журналы, имеющие статус российского индекса национального цитирования:

– «Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества». Содержит следующие направления исследований: психологическая подготовка сотрудников МЧС России в условиях ликвидации ЧС; педагогические аспекты обучения и воспитания личного состава МЧС России; подготовка специалистов вузов МЧС России.

- «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности». Включает

в себя следующие рубрики: проблемы и перспективы предупреждения пожаров; охрана окружающей среды; безопасность технологических процессов и производств; теория и практика судебной экспертизы.

– «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты). Содержит следующие основные направления исследований: мониторинг и прогнозирование природных и техногенных рисков; физико-математические аспекты ликвидации последствий ЧС; инженерное и информационное обеспечение безопасности при ЧС и др.

В данных журналах обучающиеся могут апробировать свои научные результаты исследований и почерпнуть знания ведущих специалистов в данных областях.

Учебные пособия, разработанные НПС, находящиеся в библиотеке университета, оцифровываются и обучающиеся в любое время имеют возможность по соответствующей ссылке выйти на нее.

В читальном зале университета проводятся выставки новых поступлений. Во время учебных сборов организуются показы публикаций за прошедший год учебных пособий между кафедрами. Лучшие из них отбираются на конференцию «Комплексная безопасность» (Москва).

Принцип наглядности – основывается на использовании современных компьютерных технологий. Для изучения основных типовых технологических процессов на кафедре имеются современные программы с использованием 3D моделей: ректификационной колонны, нефтеперерабатывающего завода, теплоэлектростанции. Обучение основам защиты от статического и атмосферного электричества подкреплено программой по расчету и определению зоны молниезащиты одиночного, многократного стержневого и тросового молниеотводов [1].

Принцип активности. Работа с ЭВМ обеспечивает повышение у обучающихся познавательной деятельности и психических процессов, что в конечном итоге вызывает позитивное количество знаний. При проведении лабораторной работы по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок» (ПБЭ) обучающиеся снимают показатели для построения защитной характеристики аппаратов защиты (предохранителей, автоматических воздушных выключателей, тепловых реле). Если они в ходе выполнения лабораторной работы сделали неправильные действия – мышкой дотронулись до плавкой вставки, когда по ней проходит переменный однофазный электрический ток, то программа предлагает обучающемуся закончить работу и выйти из нее, потому что он совершил неправильные действия, нарушив требования электробезопасности. В реальных же условиях обучающийся был бы подвержен воздействию смертельного значения переменного электрического тока.

Принцип системности и последовательности реализуется компьютерным сопровождением материала. В фонде оценочных средств в шестом разделе «Перечень литературы для подготовки к зачету (экзамену)» приводится программное обеспечение и интернет-ресурсы учебного курса, какие преподавателями приобретены компьютерные программы, подготовлены презентации по темам изучаемого предмета.

В седьмом разделе «Перечень средств материального обеспечения проведения промежуточных аттестаций по дисциплине» показано, что для материально-технического обеспечения дисциплины применяется специализированная аудитория с техническими средствами обучения. Приводится перечень учебного компьютерного курса по дисциплине, современных виртуальных работ, разработанные с использованием программных продуктов.

Так, например, по дисциплине «Электротехника и ПБЭ», компьютерный банк презентаций по разделам, содержит следующее количество презентаций:

- электротехника=84 презентации;
- электроника=53 презентации;
- ПБЭ=131 презентация.

Данные презентации используются НПС при проведении занятий, а так же обучающимися при самостоятельной подготовке и в ходе сдачи промежуточной аттестации.

Принцип индивидуализации обучения формируется с применением программных средств, позволяющих каждому обучающемуся реализовать определенный уровень сложности изучаемого материала. Данный принцип выполняется сначала в тематическом плане, когда изучается теоретический материал, потом он закрепляется путем выполнения индивидуально-расчетных задач и окончательно закрепляется при отработке лабораторных работ. Причем обучающиеся сначала моделируют простые схемы, например однофазные цепи с последовательным и параллельным соединением элементов, то потом, освоившись в данной компьютерной среде, переходят к более сложному моделированию – создание и исследование характеристик трехфазного переменного тока при включении источников генератора и потребителей (приемников) электрической энергии в виде соединения «звездой» и «треугольником». После отработки лабораторной работы по исследованию входных и выходных характеристик биполярного транзистора, изучив теоретический материал на лекциях и групповых занятиях по назначению, классификацию и принципу работы усилителя и генератора, они выполняют и проводят исследование уже их на простых, составных элементах – биполярном транзисторе, то есть еще раз акцентируется внимание, что процесс обучения идет от простого к сложному, уделяется соответствующее внимание уровню сложности и индивидуальному подходу к каждому обучающемуся. Это достигается целенаправленной работой НПС во время проведения занятий, на самостоятельной подготовке и оказанию индивидуальных консультаций (при необходимости проведения дополнительных занятий для групп обучающихся по наиболее сложным темам и вопросам) [2].

КТО с каждым годом находит все большее применение в учебном процессе. Однако ЭВМ оказывает помощь преподавателю в образовательном процессе, но не подменяет его. Еще совсем недавно прорыв к качественно новому уровню образования связывался во всем мире с внедрением в учебный процесс компьютеров или, как это называлось, компьютерных технологий обучения.

Подготовка программ для учебного процесса насчитывает уже более чем сорокалетний период.

Сначала образовательные программы разрабатывались для персональных ЭВМ, которые выполнялись без присутствия специалистов по дидактике и педагогов, представляя из себя текстовую информацию с сопровождающимися тестами и контрольными вопросами. Обучающиеся изучали учебный материал не по написанным и изданным пособиям, а с помощью перенесенной информации в компьютер на монитор ЭВМ и это считалось прогрессом образования [3].

Прогнозировалось, что применение компьютера увеличит возможности познания, расширит сферу накопления и применения знаний. При этом многие педагоги и психологи понимали, что эффективность применения компьютера в обучении во многом будет зависеть от решения и разработки таких категорий психологии, как психическое отражение, деятельность, личность. Но на практике дело ограничилось подгонкой существующих теорий обучения и учения к практическим задачам компьютеризации.

У истоков компьютерной техники стоит инженер, технократическое сознание которого не улавливает особенности предмета педагогической деятельности, где важна не столько информация, сколько мышление, познание, психика человека. Компьютер создавался, прежде всего, как многоцелевое средство управления техническими системами. Отсюда специфический взгляд на человека как на обучаемый компонент системы.

Разработка новых быстродействующих компьютеров с большой производительностью и цветным изображением позволило проводить сложные вычисления, с помощью специализированных программ по обработке статистической информации, системе массового обслуживания, вычислительным процедурам, использовать графические редакторы, что позволило применять новые возможности в процессе изучения дисциплин. Появилась возможность использовать звук, цветное изображение, анимационные эффекты. В тоже время дидактические приемы еще слабо учитывались. При таком подходе применение компьютера

в образовательном процессе приводит к способу передачи информации, на которых базируется обычная система обучения.

Включение информационной составляющей вместе с компьютерным сопровождением не делает значительный скачок в образовании, не переходит на более качественный уровень. Для реализации данной технологии нужны свежие идеи применения дидактических приемов, подготовка преподавателей нового типа, другая организация их деятельности и обучающихся, измененная учебная среда.

Таким образом, применение компьютерных технологий обучения намного повысит эффективность образовательного процесса. С учетом развития компьютерной техники и прикладных программ, на основе современных достижений науки и техники, развивающихся по экспоненциальному закону, НПС необходимо постоянно находиться в творческом развитии по самообразованию, изучению новых средств и методов обучения, разработки соответствующих учебно-методических материалов и ускоренное внедрение передовых технологий обучения в образовательный процесс.

На основе проведенного анализа и обобщения опыта вузов Государственной противопожарной службы (ГПС) по контролю качества ПП можно заключить, что существующая ее организация не вполне способствует достижению цели контроля – определению ее соответствия потребностям подразделений ГПС, выявлению причин соответствия (несоответствия) и обеспечению всех уровней управления подготовкой офицерских кадров необходимой информацией.

Поэтому необходимо прикладывать дополнительные усилия, подготавливать комплекс организационных и технических мероприятий по совершенствованию контроля качества ПП обучающихся с использованием компьютерных технологий обучения.

Литература

1. Воронин С.В., Скрипник И.Л., Кадочникова Е.Н. Повышение эффективности образовательного процесса с применением новых информационных и педагогических технологий // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2018. № 1 (36). С. 51–56.

2. Воронин С.В., Скрипник И.Л. Проблемное обучение как одна из активных форм образовательного процесса в вузе // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 448–450.

3. Воронин С.В., Скрипник И.Л. Роль автоматизированных обучающихся систем для повышения качества образовательного процесса // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2018. С. 83–87.

О ПРОГРАММНО-АППАРАТНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ХОДЕ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

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

Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Показано место лабораторного практикума во внеаудиторной самостоятельной работе обучающихся применительно к специфике учебного процесса пожарно-технических вузов.

Сформулированы требования к подобной виртуальной лаборатории. Разработана схема виртуальной лабораторной установки и сформирована модель виртуального эксперимента по измерению степени черноты. Сформулированы противоречия между требованиями к профессиональной компетентности обучающихся и возможностями традиционной модели лабораторного практикума. Представлена натурно-виртуальная модель лабораторного практикума, предусматривающая вынос его виртуальной фазы на внеаудиторный период самостоятельной работы обучающихся. Предложен способ расширения доступа обучающихся к информационно-методическому обеспечению внеаудиторной самостоятельной работы за счет использования потенциала современных девайсов. Сформирована функциональная схема виртуальной «смарт-лаборатории», работающих под управлением ОС Android. Показан вариант реализации виртуальной теплофизической смарт-лаборатории на основе использования электронной таблицы MS Excel при подключении макросов Visual Basic.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, лабораторный практикум, лабораторная работа, самостоятельная работа, натуральный эксперимент, виртуальный эксперимент, лабораторный практикум, операционная система, смартфон, электронная таблица

ABOUT HARDWARE-SOFTWARE PROVIDING LABORATORY EXPERIMENT DURING OUT-OF-CLASS INDEPENDENT WORK

A.A. Kuzmin; N.N. Romanov; T.A. Kuzmina.

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

The place of a laboratory practical work in out-of-class independent work of the fire technical colleges studying in relation to specifics of educational process is shown. Requirements to similar virtual laboratory are formulated. The scheme of virtual laboratory installation is developed and the model of a virtual experiment on measurement of degree of blackness is created. Contradictions between requirements to professional competence of students and opportunities of traditional model of a laboratory practical work are formulated. The natural and virtual model of a laboratory practical work providing carrying out of his virtual phase for the out-of-class period of independent work of students is presented. The way of expansion of access for students to information methodically ensuring out-of-class independent work due to use of potential of modern devices is offered. The function chart of virtual «smart laboratory», working under control of Android OS is created. The option of realization of virtual heatphysical smart laboratory on the basis of use of the spreadsheet MS Excel at connection of macroes of Visual Basic is shown.

Keywords: professional competence, laboratory practical work, laboratory work, independent work, natural experiment, virtual experiment, laboratory practical work, operating system, smartphone, spreadsheet

Подготовка высококвалифицированных специалистов, способных решать служебные задачи в составе подразделений федеральной противопожарной службы МЧС России предполагает, в том числе, и формирование профессиональной компетенции ПК-39, характеризующейся способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов [1], что невозможно без организации лабораторного практикума по дисциплинам естественно-научного и общетехнического циклов.

При выборе схемы проведения лабораторного эксперимента неизбежно возникает главный вопрос – характер эксперимента: натуральный или виртуальный [2]. При этом необходимо преодолеть неизбежно возникающие противоречия:

– между необходимостью формирования практических навыков в работе с измерительными приборами и ограниченной базой полученных экспериментальных данных,

затрудняющей возможность практического освоения статистических методов обработки результатов измерений [3];

– между временными ограничениями в длительности лабораторных занятий, налагаемых учебным планом и значительной продолжительностью некоторых исследуемых физико-химических процессов (например, процессов самовозгорания, процессов перехода к стационарному режиму прогрева строительных конструкций и др.);

– между требованиями к соблюдению техники безопасности в организации учебного процесса и профессиональной направленностью изучаемых процессов, связанных с изучением свойств токсических веществ, аварийными режимами работы машин и аппаратов и др.

Возможным вариантом преодоления поставленной проблемы представляется использование натурной-виртуальной модели организации лабораторного эксперимента, представленной на рис. 1.

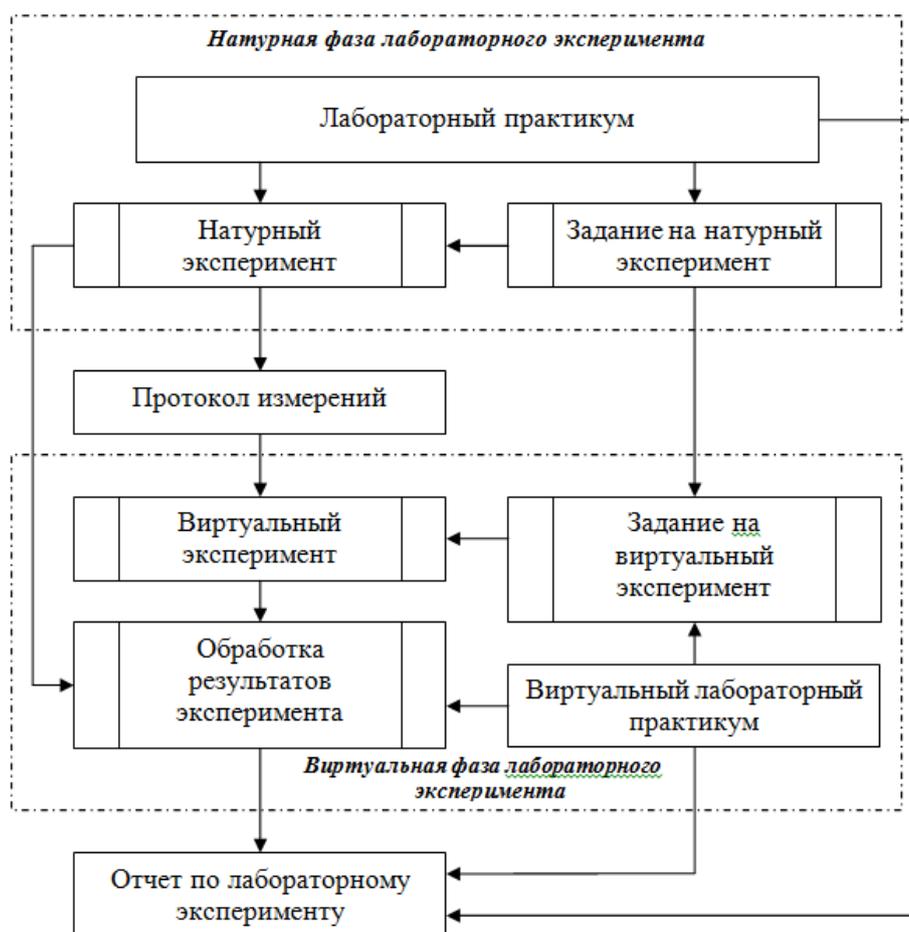


Рис. 1. Натурно-виртуальная модель лабораторного эксперимента

Основная идея предлагаемой модели состоит в дополнении результатов натурной фазы лабораторного эксперимента результатами проведения виртуальной фазы в условиях, выходящих за рамки возможностей лабораторного занятия и совместной обработки полученных данных, что позволит получить практические навыки в работе с измерительными приборами и освоить статистические методы обработки результатов измерений.

Одним из условий успешной реализации предложенной модели является выбор программного обеспечения, адекватного реально существующему аппаратному ресурсу в проведении виртуальной фазы лабораторного эксперимента. Кроме того, проведение натурной и виртуальной фазы лабораторного эксперимента в рамках стандартного аудиторного занятия часто затруднительно из-за объективной продолжительности

исследуемых физико-химических процессов, поэтому желателен вынос виртуальной фазы на внеаудиторную самостоятельную работу в качестве индивидуального задания.

Использование существующего программного продукта в ходе внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся курсантов и студентов при этом наталкивается на определенные сложности:

- большинство виртуальных лабораторий представляют из себя достаточно сложные программные комплексы, требующие для своей установки определенных профессиональных знаний, которые, как правило, у обучающихся отсутствуют;

- виртуальные лаборатории представляют собой программный продукт, приобретаемый пожарно-техническим вузом, при этом существуют серьезные ограничения на его передачу для дальнейшего пользования третьим лицам, которыми являются обучающиеся курсанты и студенты;

- очень часто требования к аппаратным комплексам выходят за рамки офисных персональных компьютеров (ПК), которые доступны обучающимся курсантам и студентам в ходе внеаудиторной самостоятельной работы.

Решением этой проблемы может быть самостоятельная разработка специального программного продукта, который бы не имел юридических ограничений на его распространение, требовал минимальной конфигурации ПК пользователя и вместе с тем поддерживал выполнение задач виртуальной фазы лабораторного эксперимента во внеаудиторный период самостоятельной работы.

Основные концептуальные положения по использованию современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во внеаудиторной учебной работе достаточно полно были изложены в работе [4], при этом большинство современных авторов рассматривает данную проблему в контексте применения в качестве инструмента ПК с тем или иным форм-фактором. Однако в настоящий момент современные мобильные телефоны являются нечто большим, чем устройством для совершения телефонных звонков. По своим функциям такие гаджеты больше похожи на ПК, недаром у таких аппаратов появилась приставка «smart» (с англ. – «умный»), тем более что так называемые смартфоны на настоящий момент обладают достаточным аппаратным ресурсом. Опрос 42 студентов, обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» показал, что тактовая частота процессоров их смартфонов 1,6 ГГц и более, а встроенная память, как правило, превышает 8 Гбайт. Это позволяет ориентировать разрабатываемый программный продукт на решение задач по поддержке большинства функций по генерации, хранению и обработке данных виртуальной фазы эксперимента.

Успешность внедрения новой педагогической технологии также зависит от адекватного выбора операционной системы (ОС) при создании пилотной версии так называемой «виртуальной смарт-лаборатории» (ВСЛ).

Наиболее распространенной является ОС Android, которая по статистике за 2014 г. была установлена на 86 % мобильных устройств. Распространенность этой ОС связана в первую очередь с ее гибкостью и открытостью. Кроме того, под ОС Android существует значительное количество бесплатных приложений в виде текстовых и табличных процессоров, а так же в большинстве смартфонов на базе ОС Android есть microSD-кардридер, позволяющий быстро осуществить передачу данных с мобильного устройства на ПК и для этого не нужны специальные программы синхронизации [5].

ОС Apple iOS полностью закрыта, выбор смартфона в этом случае значительно сужается и не представляется никакой возможности что-то изменить в системе, а так же переносить файлы из ПК, зато она легка в освоении и отличается превосходным качеством работы и стабильностью.

Разработчики Microsoft постепенно реализовывают перспективную идею, заключающуюся в создании единой ОС для мобильных и десктопных устройств. Windows Mobile Phone позволяет обеспечить эффективную связь между смартфоном и ПК, что очень

удобно при обмене данными, а так же поддерживает работу пакета MS Office без специального переформатирования файлов, созданных на мобильных и десктопных устройствах.

Тем не менее для создания ВСЛ была выбрана ОС Android, что было обусловлено конфигурацией смартфонов, реально находящихся в пользовании 42 курсантов и студентов, согласившихся участвовать в педагогическом эксперименте.

Основная проблема программной реализации ВСМ состоит в создании интерфейса, который бы соответствовал возможностям наиболее распространенного в подобных аппаратах дисплея с диагональю 5,2” (131,8 мм). Кроме того, было важно использовать у обучающихся курсантов и студентов ранее сформированные навыки работы с наиболее распространенным программным продуктом, которыми являются такие компоненты MS Office, как текстовый процессор (редактор) Word и табличный процессор (электронная таблица) Excel [6]. Эти обстоятельства и явились главным побудительным мотивом в использовании компонентов MS Office в качестве программного ядра ВСЛ. Кроме того, учитывалось, что вычислительные возможности Excel могут быть легко расширены за счет инкорпорирования соответствующих макросов, выполняемых на Visual Basic [7]. Этот же программный продукт был использован для создания реляционных баз данных, содержащих массив индивидуальных заданий на виртуальную фазу лабораторного эксперимента и массив физических свойств объекта моделирования.

Функциональная схема ВСЛ представлена на рис. 2.



Рис. 2. Функциональная схема ВСЛ

Файл первоначальной загрузки выполнен в формате *.xls и он поддерживает следующие функции:

– ввод результатов натурной фазы лабораторного эксперимента и вывод результатов

виртуального моделирования, а также информации, полученной после обработки натурной и виртуальной фаз лабораторного эксперимента;

- сохранение базы условий индивидуальных заданий и обеспечение доступа к ней при генерации результатов виртуальной фазы лабораторного эксперимента;

- генерация результатов виртуальной фазы и их инкорпорация с результатами натурной фазы лабораторного эксперимента;

- сохранение базы данных физических свойств объектов моделирования, обеспечение доступа к ней при генерации результатов индивидуальной фазы и обработке результатов лабораторного эксперимента;

- поддержка верифицирования результатов обработки лабораторного эксперимента.

Стартовый экран ВСЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости» в режиме «Начальные данные» представлен на рис. 3.



Виртуальная модель лабораторной работы

"Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении воздуха"

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Длина образца $L, м$	0,5
Диаметр образца $d, м$	0,032
Диаметр канала $D, м$	0,05
Напряжение $U, В$	70
Температура воздуха на входе в установку $t_{п}, ^\circ C$	21
Степень черноты образца ϵ	0,5
Степень черноты поверхности помещения ϵ_p	0,8
Режимы:	$V, л/с$
Режим 1	7,4
Режим 2	8,4
Режим 3	9
Режим 4	10
Режим 5	12

РЕЗУЛЬТАТЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Режимы	$t_{п}, ^\circ C$	$t_{w1}, ^\circ C$	$t_{w2}, ^\circ C$	$t_{w3}, ^\circ C$	$t_{w4}, ^\circ C$	$t_{w5}, ^\circ C$	$J, А$
Режим 1	27,0	62,6	64,1	65,6	67,1	68,6	0,78
Режим 2	26,6	60,6	62,4	64,1	65,8	67,6	
Режим 3	26,3	58,8	60,1	61,4	62,8	64,1	
Режим 4	25,8	56,2	57,4	58,6	59,8	61,0	
Режим 5	25,1	52,0	53,1	54,1	55,1	56,1	

Рис. 3. Стартовый экран ВСЛ «Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости»

Следует отметить, что по умолчанию предполагается положение смартфона в вертикальном положении. В случае перехода к горизонтальному формату при переходе от одной таблицы к другой необходимо использовать прокрутку изображения.

Необходимо обратить внимание на символ «Q», находящийся в левом верхнем углу начального кадра. При обращении к нему пользователя осуществляется оперативный переход к просмотру текстового файла формата *.doc, содержащего виртуальный лабораторный практикум.

Интерфейс ВСЛ с виртуальным лабораторным практикумом в режиме просмотра файла формата *.doc представлен на рис. 4.



Исследование конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.

Цель работы: экспериментальным путем найти критериальное уравнение конвективного теплообмена при вынужденном движении воздуха около теплопередающей трубы, а также сравнить полученные результаты с литературными данными.

1. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рисунок 1.) предназначена для исследования процесса теплообмена при вынужденной конвекции, в частности — определения коэффициента теплопередачи при вынужденной конвекции, его зависимости от температурного напора и получения критериального уравнения. Принцип работы установки основан на

Рис. 4. Интерфейс ВСЛ с виртуальным лабораторным практикумом

Символ «Q» также находится в левом верхнем углу начального кадра. Обращение к нему также позволяет осуществить оперативный переход к файлу первоначальной загрузки формата *.xls.

Учитывая, что основное назначение ВСЛ – самостоятельная работа курсантов и студентов во внеаудиторный период, важным представляется наличие возможности работы программного комплекса в режиме самоконтроля, когда пользователь может получить оценку правдоподобия результатов обработки лабораторного эксперимента без обращения к преподавателю.

Важной особенностью использования натурно-виртуальной модели лабораторного эксперимента с выносом виртуальной фазы на внеаудиторную работу является возможность наличия двух версий информационной поддержки самостоятельной работы обучающегося, которые в основном аутентичны по своему содержанию:

- расширенная версия виртуальной лаборатории, ориентированная на работу с ПК в ОС Windows;
- ограниченная версия ВСМ, ориентированная на работу со смартфоном в ОС Android.

Функциональная схема ВСЛ (рис. 2) была реализована для информационно-методической поддержки выполнения студентами специальности «Судебная экспертиза» лабораторного практикума дисциплины «Термодинамика и теплопередача», при этом были отработаны следующие темы лабораторных экспериментов:

- исследование термодинамических параметров при фазовых переходах на линии насыщения «жидкость-пар»;
- измерение теплоемкости конструкционных материалов;
- исследование процесса конвективного теплообмена при свободном движении жидкости;
- исследование процесса конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.

Тематика лабораторных экспериментов позволяет обучающимся студентам освоить статистические методы обработки результатов лабораторного эксперимента в ходе самостоятельной работы во внеаудиторный период. Это было подтверждено результатами защиты отчетов по лабораторным работам.

Востребованность смарт-версии виртуального лабораторного практикума (ВСЛ) подтверждалась как педагогическими наблюдениями работы студентов в аудитории, когда они обращались к своим гаджетам с загруженной ВСЛ, так и беседами с обучающимися, когда они просили загрузить ВСЛ при наличии полноформатной версии виртуального лабораторного практикума.

Таким образом, в ходе исследования проблемы программно-аппаратного обеспечения проведения лабораторного эксперимента в ходе внеаудиторной самостоятельной работы:

- выявлены противоречия между требованиями к профессиональным компетентностям обучающихся и возможностями традиционной модели лабораторного практикума;

- сформирована натурно-виртуальная модель лабораторного практикума, предусматривающая вынос его виртуальной фазы на внеаудиторный период самостоятельной работы обучающихся;

- найдена возможность расширить доступ обучающихся к информационно-методическому обеспечению внеаудиторной самостоятельной работы за счет потенциала современных девайсов;

- разработана функциональная схема виртуальной «смарт-лаборатории», работающей под управлением ОС Android;

- предложен вариант реализации виртуальной теплофизической смарт-лаборатории на основе использования электронной таблицы MS Excel при подключении необходимых макросов, выполненных на Visual Basic.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» (уровень специалитета) (утв. приказом Министерства образования и науки Рос. Федерации от 17 авг. 2015 г. № 851). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

2. Кузьмин А.А., Романов Н.Н. О возможных схемах проведения натурно-виртуального и виртуально-натурного лабораторных экспериментов в учебном процессе // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 74–78.

3. Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Имплементация метода наименьших квадратов в модальность обработки результатов виртуального лабораторного эксперимента // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2 (18). С. 82–87.

4. Асеев И.М., Медведева Л.В. Автоматизированный учебно-тренажерный комплекс как опорное дидактическое средство методики дополнительного профессионального образования в вузе МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 1 (37). С. 142–150.

5. Android – операционная система с открытым исходным кодом. URL: <https://android.com> (дата обращения: 16.06.2018).

6. Excel – программа редактирования таблиц XLS | Microsoft. URL: <https://products.office.com/ru-ru/excel> (дата обращения: 26.06.2018).

7. Visual Basic | Microsoft Docs. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/visual-basic/> (дата обращения: 26.06.2018).

ДИДАКТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИНТЕГРАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ МЧС РОССИИ

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

Исследована проблема дидактического проектирования механизмов интеграции математических знаний в образовательном процессе курсантов МЧС России. Обоснована возможность и целесообразность интегративных занятий в процессе обучения курсантов МЧС России. Проведен анализ содержания образовательного процесса по высшей математике вузов МЧС России. Разработана концептуальная модель интеграции математических знаний.

Ключевые слова: интеграция, дидактическое проектирование, педагогическая технология, профессионально-ориентированные задачи, дидактическое поле интеграции

DIDACTIC DESIGNING OF MECHANISMS OF INTEGRATION OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE IN THE SYSTEM ENGINEERING TRAINING CADETS OF EMERCOM OF RUSSIA

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

The problem of didactic design of mechanisms of integration of mathematical knowledge in the educational process of students of EMERCOM of Russia is investigated. The possibility and feasibility of an integrative training in the training process of cadets of EMERCOM of Russia. The analysis of the content of the educational process in higher mathematics of universities of EMERCOM of Russia. The conceptual model of mathematical knowledge integration is developed.

Keywords: integration, didactic design, pedagogical technology, professionally-oriented tasks, didactic field of integration

Постановка и исследование проблемы дидактического проектирования механизмов интеграции математических знаний обусловлена потребностью их применения на различных этапах обучения в соответствии с современной концепцией непрерывного образования в вузах МЧС России.

Разработка интегративной направленности обучения высшей математики как педагогической технологии невозможна без развития системы знаний, на основе которых она реализуется, то есть без решения проблем дидактики, в данном случае – проблем дидактики обучения высшей математике. Имеющиеся современные исследования по методологии и теории интеграции образования вносят существенный вклад в теорию обучения и педагогическую практику, однако, в настоящее время исследований, посвященных системным подходам к решению вопросов интегративного обучения высшей математике, не так много. Это объясняется тем, что сложность возникающих здесь проблем велика настолько, что исследование механизмов интеграции математических знаний и создание ее модели следует считать сложным наукоемким процессом, которому присущи все этапы процесса дидактического проектирования.

Целью такого проектирования является разработка дидактических методов, применение которых в интегративной направленности обучения высшей математике сформировало бы профессиональную компетентность курсантов МЧС России [1, 2].

Так, в частности, при подготовке специалистов техносферной безопасности одними из главных квалификационных требований являются знания и умения применять математические методы для решения профессионально-ориентированных задач (ПОЗ). В рамках одной статьи невозможно осветить подробно все аспекты процесса дидактического проектирования механизмов интеграции математических знаний, поэтому здесь рассматриваются лишь некоторые из возможных подходов к интегративному обучению высшей математике.

Под интеграцией в обучении понимают процесс объединения компонентов в целостное образование, проявляющийся через единство с противоположным ему процессом расчленения – дифференциацией. В свою очередь, под интеграцией математических знаний понимается взаимопроникновение и взаимосвязь математических компонентов с целью решения ПОЗ.

Интеграция является методологической категорией в современных педагогических исследованиях. Она ориентирует на установление связей, которые обеспечивают целостность образовательного процесса.

С позиций системного анализа процесс дидактического проектирования механизмов интеграции математических знаний представляет собой динамическую систему, реализующую набор определенных функций и имеющую некоторые разновидности.

Анализ содержания образовательного процесса в вузах МЧС России по высшей математике позволяет выделить следующие виды интеграции математических знаний (рисунок):

1) Интеграция на основе проявления сущности математических объектов – сущностная (внутренняя) интеграция: фундирование базовых учебных элементов, выявление сквозных тем, разработка в содержании учебного предмета спиралей фундирования, отражение содержательных линий школьной математики, генерализация знаний. Поиск и выявление внутренних, сущностных связей в процессе обучения способствует лучшему пониманию и запоминанию, усвоению математических знаний, формирует целостный взгляд на структуру математики;

2) Интеграция на основе общности проявления формы математических знаний – внешняя интеграция (универсализация понятий и теорем математики, единство формы и структуры математических знаний, интегративные дисциплины и т.п.);

3) Интеграция на основе функциональной направленности математических знаний – узловая интеграция (математические знания как средство моделирования формы, содержания учебного предмета, учебной дисциплины).

Введем понятие дидактического поля интеграции (ДПИ).

ДПИ представляет собой совокупность структурных и функциональных компонентов и взаимосвязей между ними, сориентированных на достижение результата в соответствии с поставленной целью. ДПИ состоит из интегративных конструкторов, которые, в свою очередь, включают в себя обобщенные схемы и процедуры. Дидактическое поле интегративного конструктора – интеграция отдельных учебных элементов, являющихся дидактической целью обучения в высшей математике (определения, аксиомы, леммы, теоремы, доказательства). Интеграция отдельных учебных элементов в единую целостность ведет к созданию двухслойного дидактического поля. Все схемы и связи, которые проявляются в процессе создания двухслойного дидактического поля, формируются за счет разноуровневых интегративных конструкторов. Таких конструкторов может быть несколько:

1-й уровень – интегративный конструктор направлен на обобщение различных математических объектов внутри раздела, темы, параграфа;

2-й уровень – интегративный конструктор ориентирован на профессию;

3-й уровень – интегративный конструктор включает в себя естественно-математические и общепрофессиональные дисциплины;

4-й уровень – интегративный конструктор обучения.

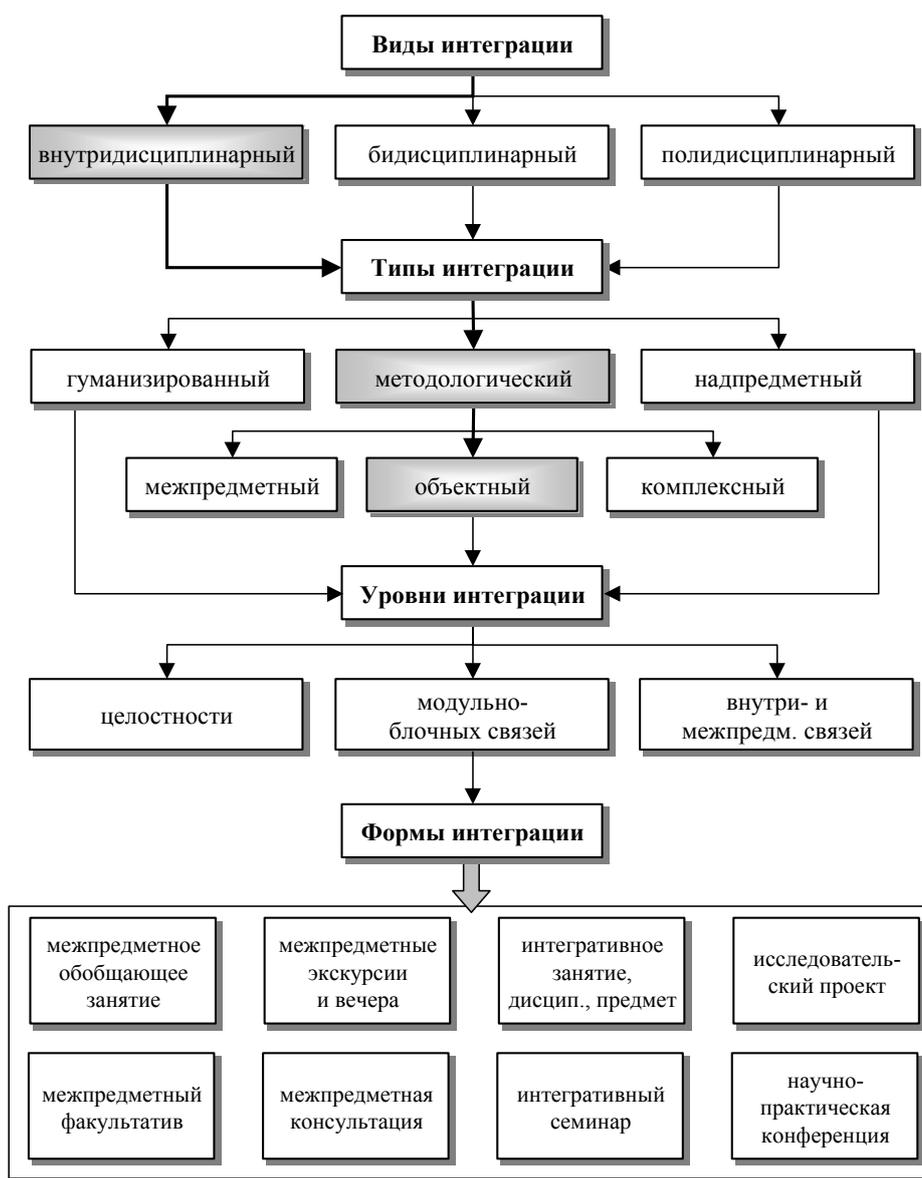


Рис. Концептуальная модель интеграции математических знаний

Сформулируем представление о функциональных компонентах дидактического поля интеграции.

Функциональные компоненты ДПИ – это связи-взаимодействия (С-В) в процессе перехода от исходных интегративных конструкторов к конечным искомым результатам, обобщением которых должна быть подготовленность курсантов к поддержанию и развитию профессиональной направленности.

Возможно разделение С-В на блоки в зависимости от принадлежности взаимодействующих компонентов к тому или иному уровню. И тогда могут быть выделены С-В между компонентами и их элементами, входящими в состав интегративного конструктора. В этом случае может быть установлен уровень этих С-В по степени их значимости.

На основе дидактического поля интеграции рассмотрим информационную модель механизмов интеграции математических знаний. В этой модели процесс интеграции представлен как переход в спиральной последовательности от низших к высшим уровням обучения, содержанию дисциплины с возможностью активного использования знаний и умений предшествующих уровней. За начальный уровень принят начальный базис знаний по дисциплине, последующие уровни содержат знания и алгоритмы выработки умений по применению математических методов в профессионально-ориентированных задачах.

В процессе создания модели необходимо выявить связи между изучаемыми методами, на основе которых метод, используемый на текущем уровне, может содержать в себе знания методов предшествующих уровней и активно их использовать.

Для реализации модели должен быть использован принцип системного квантования, который составляет методологический фундамент теории «сжатия» учебной информации. В эпоху информационной насыщенности проблемы компоновки знания и оперативного его использования приобретают все более возрастающую значимость.

С этой целью в соответствии с концепцией инженерии знаний известны различные типы моделей представления знаний в «сжатом», компактном, удобном для использования виде. К числу таких моделей относятся:

- логическая модель (символическая запись математических выражений с помощью логики предикатов);
- фреймовая модель (систематизация и структуризация информации в виде таблиц, матриц и т.д.);
- продукционная модель (набор правил или алгоритмических предписаний для представления процедуры решения задач);
- семантическая модель (представление знаний с использованием графов, блок-схем, рисунков и т.д.).

Используя перечисленные типы моделей, следует учитывать, что при осуществлении «сжатия» учебного материала «наибольшая прочность освоения достигается при подаче учебной информации одновременно на четырех кодах: рисуночном, числовом, символическом и словесном» [3].

В отличие от традиционного процесса обучения, в предлагаемой информационной модели интегративного обучения при переходе от одного уровня обучения к другому учитываются 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 обучаемого 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 информационной модели механизмов интеграции является математическое моделирование с использованием инструментальных программных средств в процессе проведения интегративных занятий.

Широкое распространение математического моделирования в области противопожарной, оперативно-тактической и планирующей деятельности в значительной степени обусловлено развитием информационных инструментальных сред. Они 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 инженера МЧС России играет решающую роль.

Универсальными инструментальными средствами создания моделей являются языки программирования общего пользования (Basic, Pascal, C/C++ и др.). На основе этих языков широкое развитие получили средства визуального проектирования программ (Visual Basic, Delphi, Visual C++), облегчающие выполнение некоторых трудоемких операций, например создание интерфейса программы. Наряду с этим существует множество специализированных средств моделирования, позволяющих быстрее и с меньшими затратами (по сравнению с универсальными языками программирования) создавать и исследовать модели. В развитии специализированных средств моделирования можно выделить следующие два направления:

1. Средства моделирования для анализа достаточно широкого класса систем. К ним относятся языки имитационного моделирования (GPSS, SIMSCRIPT и др.), а также пакеты прикладных программ, использующих для моделирования аналитические методы (MathCad, MathLab, MVS, UniCalc, Когнитрон и др). Основным недостатком этих средств является то, что их применение требует от исследователя специальной подготовки.

2. Программные комплексы, специализирующиеся на моделировании узкого круга систем одной конкретной предметной области. Недостаток, заключающийся в ограниченности применения таких программ одной предметной областью, с лихвой покрывается такими преимуществами, как легкость их освоения специалистами в данной предметной области и эффективность применения, являющаяся следствием узкой специализации.

Для создания компьютерных моделей автором был использован несколько иной инструментальный подход – в качестве среды моделирования был выбран табличный процессор MS Excel [4].

Выбор Excel в качестве инструмента программной реализации математических моделей обусловлен рядом обстоятельств. Во-первых, данный программный продукт достаточно глубоко изучается во всех вузах МЧС России; во-вторых, MS Excel имеет специальные программные надстройки и развитую библиотеку аналитико-расчетных функций, которые могут использоваться для решения широкого класса задач; в-третьих, MS Excel обладает открытой архитектурой и при необходимости его функциональные возможности могут быть значительно расширены за счет разработки пользовательских функций и программных надстроек; в-четвертых, MS Excel интегрируется с большим числом программных продуктов, что позволяет его рассматривать как связывающее звено при разработке учебных фрагментов распределенной системы поддержки принятия решений.

Практика использования табличного процессора MS Excel в процессе проведения интегративных занятий на кафедре высшей математики и системного моделирования сложных систем подтвердила не только его высокий дидактический потенциал, но и целесообразность широкого распространения такого подхода в практической деятельности будущих инженеров МЧС России.

Литература

1. Медведева Л.В., Данилов И.Л., Егорова Н.И. Формирование фундаментальных знаний на основе реализации интегративного подхода к обучению в вузе МЧС России // Человек и образование. 2018. № 1 (54). С. 82–86.

2. Трофимец Е.Н. Интегральный подход в обучении математике студентов-экономистов: монография. Ярославль: Ярославский гос. техн. ун-т, 2009.

3. Кужель С.С., Кужель О.С. Информационные технологии – средство развития системного творческого мышления // Образовательные технологии и общество. 2002. № 1. С. 264–275.

4. Трофимец Е.Н. Информационные технологии математического моделирования в экономических вузах // Образовательные технологии и общество. 2012. Т. 15. № 1. С. 414–423.

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

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

А.А. Пермяков, кандидат педагогических наук.

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; A.A. Permyakov.

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

Адольфу 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 службу в составе внутреннего наряда. Кроме того, существуют и традиционные причины неприсутствия 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 предполагает 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 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 трудно адаптируемый 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 непременную 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 SunRay 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++ 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 программирование 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, незнакомых 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 поддержке 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. URL: <http://design.gossoudarev.com/gosskio.pdf> (дата обращения: 11.06.2016).
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. 2012. № 4 (56). С. 237–242.
3. Гладкий А.А., Чиртик А.А. Excel. Трюки и эффекты. СПб.: Питер, 2006. 368 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.;

Данилов Игорь Лолиевич – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196015, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: il_dan@mail.ru, канд. физ.-мат. наук, доц.;

Егорова Наталья Ивановна – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196015, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: enat99@mail.ru, канд. физ.-мат. наук;

Кабанов Андрей Александрович – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: akabanov@inbox.ru, канд. юрид. наук, доц.;

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

Крюкова Марина Сергеевна – зам. нач. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов 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.;

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

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.;

Максимов Александр Викторович – препод. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: he1nze_10@mail.ru, канд. техн. наук;

Пермяков Алексей Александрович – зам. нач. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: jouker2005@yandex.ru, канд. пед. наук;

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

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

Трофимец Елена Николаевна – доц. каф. высш. мат. и сист. 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.;

Уткин Олег Валерьевич – зам. нач. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 года, 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 российское и мировое научно-образовательное пространство. Университет по разным формам обучения – очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий – 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 реализуется 93 образовательные программы.

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

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, экономической безопасности в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. По инновационным программам подготовки осуществляется 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 специальности «Горное 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, 12 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время осуществляют 40 докторов наук, 212 кандидатов наук,

40 профессоров, 106 доцентов, 18 академиков отраслевых академий, 11 членов-корреспондентов отраслевых академий, 4 старших научных сотрудника, 8 почетных работников высшего профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 1 почетный работник высшего профессионально-технического образования Российской Федерации, 2 почетных работника Российской Федерации и 2 почетных работника общего образования Российской Федерации.

В составе университета:

- 35 кафедр;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- 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.

Институт безопасности жизнедеятельности осуществляет образовательную деятельность по программам высшего образования по договорам об оказании платных образовательных услуг.

Приоритетным направлением в работе Института заочного и дистанционного обучения является подготовка кадров начальствующего состава для замещения соответствующих должностей в подразделениях МЧС России.

Институт развития реализует дополнительные профессиональные программы по повышению квалификации и профессиональной переподготовке в рамках выполнения государственного заказа МЧС России для совершенствования и развития системы кадрового обеспечения, а также на договорной основе.

Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности осуществляет реализацию государственной научно-технической политики, изучение и решение научно-технических проблем, информационного и методического обеспечения в области обеспечения пожарной безопасности. Основные направления деятельности НИИ: организационное и научно-методическое руководство судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России; сертификация продукции в области пожарной безопасности; проведение испытаний и разработка научно-технической продукции в области пожарной безопасности; проведение расчетов пожарного риска и расчетов динамики пожара с использованием компьютерных программ.

Факультет инженерно-технический осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Пожарная безопасность» (специализации: «Пожаротушение», «Государственный пожарный надзор», «Руководство проведением спасательных операций особого риска», «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций»), по направлениям подготовки: «Системный анализ и управление», «Судебная экспертиза», «Техносферная безопасность».

Факультет экономики и права осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Пожарная безопасность» (специализация «Пожарная безопасность объектов минерально-сырьевого комплекса»), «Судебная экспертиза», «Горное дело» и по направлениям подготовки «Технологическая безопасность и горноспасательное дело», «Системный анализ и управление».

Факультет подготовки кадров высшей квалификации осуществляет подготовку докторантов, адъюнктов, аспирантов по очной и заочной формам обучения.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск, Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Бар (Черногория), г. Ниш (Сербия).

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет 6 837 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

В университете действует два диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим и экономическим наукам.

Ежегодно университет проводит научно-практические конференции различного уровня: Всероссийскую научно-практическую конференцию «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международную научно-практическую конференцию «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». Совместно с Северо-Западным отделением Научного Совета РАН по горению и взрыву, Российской академией ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), Балтийским государственным техническим университетом «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и Российской секцией Международного института горения на базе университета проводится Международная научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита». Так же университет принимает активное участие в организации и проведении Всероссийского форума МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность».

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами и организациями. Традиционно большим интересом пользуется выставочная экспозиция университета на Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность», Петербургском международном экономическом форуме, Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Международная деятельность вуза направлена на всестороннюю интеграцию университета в международное образовательное пространство. На сегодняшний момент университет имеет 18 действующих соглашений о сотрудничестве с зарубежными учебными заведениями и организациями, среди которых центры подготовки пожарных и спасателей Германии, КНР, Франции, Финляндии.

В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в пределах квот на основании межправительственных соглашений и Постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1448 «О подготовке лиц офицерского состава и специалистов для правоохранительных органов и таможенных служб государств-участников СНГ в образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации». В настоящее время в университете проходят обучение 30 сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и 11 сотрудников МЧС Кыргызской Республики.

В соответствии с двусторонними соглашениями Университет осуществляет обучение по программам повышения квалификации. Регулярно проходят обучение в университете специалисты Российско-Сербского гуманитарного центра, Российско-армянского центра гуманитарного реагирования, Международной организации гражданской обороны (МОГО), Министерства нефти Исламской Республики Иран, пожарно-спасательных служб Финляндии, Туниса, Республики Корея и других стран.

Преподаватели, курсанты и студенты университета имеют возможность проходить стажировку за рубежом. За последнее время стажировки для профессорско-преподавательского состава и обучающихся в университете были организованы в Германии, Сербии, Финляндии, Швеции.

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Компьютерный парк университета составляет более 1 200 единиц. Для информационного обеспечения образовательной деятельности функционирует единая локальная сеть с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, информационно-правовую систему «КонсультантПлюс», систему «Антиплагиат». Компьютерные классы позволяют обучающимся работать в сети Интернет, с помощью которой обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса.

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 320 000 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 сети Интранет работает Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России, объединяющая библиотеки системы МЧС России.

В Электронной библиотеке оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Дальневосточный филиал и библиотека Арктического спасательного учебно-научного 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 США). Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фондах библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2018 г. в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати, включая иностранные журналы, активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. 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 единый план изготовления печатной продукции МЧС России. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, 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 (ISSN). 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 публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Кадетский пожарно-спасательный корпус осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учетом дополнительных образовательных программ. Основные особенности деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

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) включает в себя 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. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

На территории учебного заведения создается музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся и сотрудники, а также гости университета смогут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до университета.

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

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

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

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

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

6. Оформление библиографии (списка литературы):

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

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

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

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

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

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

4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневой опасности: 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. 3 503.

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.

Внимание 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 (27) – 2018

Выпускающий редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 28.09.2018. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 8,75 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

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