

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 2 (22) – 2017

Редакционный совет

Заместитель председателя – доктор политических наук, кандидат исторических наук **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**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

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

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

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

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

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

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

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

Секретарь совета:

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

Редакционная коллегия

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

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

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

Секретарь коллегии:

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



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Калинина Е.С. Подход к моделированию процесса эвакуации людей на основе нечетких сетей Петри	5
Лабинский А.Ю. Аппроксимация функций многих переменных нечеткой нейронной сетью	11
Коннова Л.А., Папырин В.В., Руднев Е.В. Сохранение экологического равновесия в Арктике в аспекте деятельности МЧС России	17
Клюй В.В., Полукеев М.А. Современные проблемы организации тушения пожаров на объектах здравоохранения	23

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Мироненко М.Э., Волков Д.П., Бейсембаева К.М., Романов Н.Н. Теплофизические свойства полисилоксановых каучуков	31
Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчетная процедура оценки технического уровня разработок изделий пожарной техники	37
Мороз Н.А., Широухов В.А. Механика колебаний динамических систем в дифференциальных уравнениях	47

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Медведева Л.В., Макаручук Г.В. Теоретико-методологические основания организации мониторинга знаний обучающихся в техническом военном (военизированном) вузе	52
Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Программно-аппаратный инструментарий самоконтроля при проведении теплотехнических расчетов	59
Антюхов В.И., Остудин Н.В. Применение систем искусственного интеллекта в процессе оценки знаний курсантов вузов Государственной противопожарной службы МЧС России	64
Сведения об авторах	70
Информационная справка	72
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	80

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

ББК Ц.9.3.2
УДК 504+614.8(051.2)

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

ISSN 2307-7476

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

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

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

Рассмотрен один из подходов использования нечетких сетей Петри для моделирования процесса аварийной эвакуации людей из общественных и административных зданий – важной составляющей при расчете индивидуального пожарного риска. Сделан вывод о целесообразности применения аппарата сетей Петри в комплексном решении задач моделирования оперативной деятельности МЧС России.

Ключевые слова: эвакуация людей, моделирование, теория графов, нечеткие сети Петри

APPROACH TO THE MODELING THE PROCESS OF PEOPLE EVACUATION ON THE BASIS OF THE FUZZY PETRI NETS

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

Considered one of the approaches to using fuzzy Petri nets for modeling the process of emergency evacuation of people from public and administrative buildings is considered, which is an important component in calculating individual fire risk. The conclusion is made about the expediency of using the apparatus of Petri nets in the complex solution of problems of modeling the operational activities of the EMERCOM of Russia.

Keywords: evacuation of people, modeling, graph theory, fuzzy Petri nets

Согласно методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [1] (методика), моделирование процесса эвакуации людей, определение времени и вероятности эвакуации является важной составляющей при расчете индивидуального пожарного риска.

Фундаментальные исследования по моделированию процессов эвакуации людей при аварийных ситуациях принадлежат многим ученым – С.В. Беляеву, А.И. Милинскому, В.А. Акимову, В.Г. Бурлову, Ю.Л. Воробьеву, В.М. Предтеченскому, В.В. Холщевникову, Д.А. Самошину, С.Е. Якушу, E. Kuligowski, R. Fahy и др.

В настоящее время, с учетом увеличения количества чрезвычайных ситуаций и техногенных опасностей, задача развития проведенных исследований, разработки новых моделей и методов своевременной и беспрепятственной эвакуации людей остается весьма актуальной.

Основными подходами к моделированию процесса движения людей внутри зданий являются использование гидроанalogии (представление движения людей в виде течения потоков жидкости), теории клеточных автоматов, теории графов (сетевых моделей). В методике [1] для расчета времени эвакуации в типичных аварийных ситуациях предлагаются упрощенная аналитическая, индивидуально-поточная и имитационно-стохастическая модели движения людских потоков.

Наиболее перспективной областью исследований для эффективного моделирования эвакуации, позволяющей учитывать наибольшее число факторов, является использование теории графов [2]. На сегодняшний день с помощью аппарата теории графов решаются многие задачи оперативной деятельности подразделений МЧС России, рассмотренные, в частности, в работах [3–5].

Моделирование процесса эвакуации людей при помощи стандартной теории графов эффективно для составления планов и схем эвакуации, расчета минимального времени перемещения, определения пути, позволяющего эвакуировать наибольшее количество человек [2]. Однако классические сетевые модели не позволяют учитывать особенности каждого индивида при эвакуации и вероятностного характера процесса эвакуации, в связи с чем в дополнение к методике [1] предлагается использование нечетких сетей Петри.

Сети Петри являются одним из эффективных математических подходов к моделированию динамических параллельных дискретных процессов [6, 7], в качестве которых можно рассматривать движение потоков людей при эвакуации. Основными достоинствами данного математического аппарата являются наглядность представления процессов, возможность упорядочения потока информации, учет причинно-следственных взаимосвязей событий. Сети Петри могут быть использованы для моделирования практически любого сложного явления. К недостаткам сетей Петри относятся отсутствие интуитивной понятности графической нотации, громоздкость диаграмм при описании сложных процессов.

Геометрически сеть Петри можно представить в качестве двудольного ориентированного мультиграфа, содержащего множество вершин двух типов – позиции и переходы, а также дуги – отношения между переходами [6, 7]. Позиция – это некоторое состояние графа, в котором находится модель в текущий момент времени; переходы – переход модели из одного состояния в другое. В отличие от обычного графа, для обозначения позиций и переходов используются разные обозначения: кружочки и планки (черточки).

Функционирование сети Петри представляет собой процесс перемещения маркеров (людей), обозначаемых на графе точками, переходящих из одной позиции в другую при срабатывании переходов. Размещение маркеров по позициям сети Петри перед началом функционирования называется начальной разметкой (маркировкой) сети Петри и соответствует размещению людей по помещениям здания перед эвакуацией. Срабатывание переходов приводит к новой разметке, то есть к новому размещению людей внутри здания.

Разработано большое количество видов сетей Петри, которые можно классифицировать по принадлежности к трем основным группам: элементарные сети, специальные сети и комбинированные сети Петри. Использование различных вариаций сетей Петри позволяет при необходимости достаточно просто и эффективно развивать разрабатываемую модель.

Для учета индивидуальных характеристик каждого отдельного человека при моделировании движения людей на микроуровне целесообразно использовать специальные цветные (раскрашенные) сети Петри, поставив в соответствие людям с различными физическими и психологическими состояниями маркеры разного цвета.

Аварийной эвакуации людей из зданий и сооружений свойственен существенно нечеткий характер протекающих динамических процессов, их сложное параллельно-последовательное взаимодействие. В частности, трудно определить точное расположение и количество людей в здании на момент пожара (аварии), а также наличие задержек и интенсивность движения людского потока перед выходами из здания. Для моделирования

таких ситуаций целесообразно применение комбинированных нечетких цветных сетей Петри, задающих несколько структур с неопределенностью [8]. Это позволяет последовательно вводить описание неопределенности в отдельные компоненты базовой математической структуры, такие как неопределенность задания начальной разметки (маркировки), неопределенность задания времен задержек маркеров в позициях и неопределенность срабатывания переходов.

В качестве примера рассмотрим алгоритм построения сети Петри с нечеткой начальной разметкой (маркировкой), применимый для моделирования движения людских потоков при эвакуации из общественных и административных зданий.

Согласно работе [8] сеть Петри с нечеткой начальной маркировкой определяется как $V_f = (S, M_0)$, где $S = (P, T, I, O)$ – структура нечеткой сети Петри V_f , в которой: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – конечное множество позиций; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ – конечное множество переходов; $I: P \times T \rightarrow N_0$ – входная функция переходов; $O: T \times P \rightarrow N_0$ – выходная функция переходов; $N_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$ – множество натуральных чисел и ноль; M_0 – матрица начальной маркировки размерности $(n \times (d + 1))$. Каждый элемент m_{ij}^0 этой матрицы равен значению функции принадлежности наличия $j - 1$ маркеров в позиции p_i на момент начала запуска нечеткой сети Петри.

По определению функции принадлежности, элементы матрицы M_0 начальной маркировки должны удовлетворять условию:

$$m_{ij}^0 \in [0, 1], \quad i \in \{1, 2, \dots, n\}, \quad j \in J.$$

Множество J определяется как $J = \{1, \dots, d, d + 1\} \subset N_0$, то есть как некоторое конечное подмножество N_0 , состоящее из $d + 1$ первых натуральных чисел. При этом общее количество столбцов матрицы начальной разметки определяется максимальным количеством вводимых в рассмотрение маркеров в позициях сети V_f , которое в общем случае принимается равным d .

Динамика изменения начальной и последующих маркировок нечеткой сети Петри V_f после момента ее запуска подчиняется следующим основным правилам $P(V_f)$ [8, 9]:

1) Правило P_1 определения текущей маркировки. Любое текущее состояние сети Петри V_f задается некоторой матрицей M размерности $(n \times (d + 1))$, элементы которой удовлетворяют условию (1) и интерпретируются как значения степеней принадлежности нечеткого наличия $\{0, 1, 2, \dots, d\}$ маркеров в соответствующих позициях сети $p_i \in P$. Начальное состояние сети Петри определяется матрицей начальной разметки M_0 .

2) Правило (условие) P_2 активности перехода. Переход $t_k \in T$ нечеткой сети Петри V_f является активным (разрешенным, возбужденным) при некоторой текущей маркировке M , если выполняется условие:

$$\sigma \geq (I(p_1, t_k), I(p_2, t_k), \dots, I(p_n, t_k)),$$

где компоненты вектора $\sigma = (\sigma_1, \sigma_1, \dots, \sigma_n)$ рассчитываются по формуле:

$$\sigma_i = \max_{(j \in J) \wedge (m_{ij} > 0)} \{j\} - 1, \quad \forall p_i \in P,$$

то есть значение σ_i равно максимальному индексу отличной от нуля степени принадлежности нечеткого наличия маркеров в позициях сети Петри. Иначе говоря, некоторый переход $t_k \in T$ является активным, если для текущей маркировки M во всех его входных позициях имеется некоторое количество маркеров, которое больше или равно количеству дуг, соединяющих соответствующие входные позиции с рассматриваемым переходом.

3) Правило P_3 срабатывания перехода. Если переход $t_k \in T$ нечеткой сети Петри V_f является активным при некоторой текущей маркировке M , то срабатывание данного перехода, осуществляемое мгновенным образом, приводит к новой маркировке M_v . При этом для каждой из входных позиций $p_i \in P$, для которых $I(p_i, t_k) \neq 0$, элементы новой маркировки M_v определяются по формулам:

$$m_{i1}^v = \max_{j \in \{1, 2, \dots, I(p_i, t_k) + 1\}} \{m_{ij}\}, \quad (1)$$

$$m_{ij}^v = m_{i, j + I(p_i, t_k)}, \quad \forall j \in J \setminus \{1\}. \quad (2)$$

Для каждой из выходных позиций $p_i \in P$, таких что $O(t_k, p_i) \neq 0$, элементы новой маркировки M_v рассчитываются по формулам:

$$m_{ij}^v = \min_{j \in \{1, 2, \dots, O(t_k, p_i)\}} \{m_{ij}, 1 - q_k\}, \quad (3)$$

$$m_{ij}^v = \max_{(j \in J) \wedge (j > O(t_k, p_i))} \left\{ \min \{m_{ij}, 1 - q_k\}, \min \{m_{i, j - O(t_k, p_i)}, q_k\} \right\}, \quad (4)$$

где q_k – степень принадлежности или мера возможности нечеткого срабатывания (запуска) перехода $t_k \in T$, равная:

$$q_k = \min_{i \in \{1, 2, \dots, n\}} \left\{ \max_{(j \in J) \wedge (j > I(p_i, t_k))} \{m_{ij}\} \right\}, \quad \forall t_k \in T.$$

В моделируемой сети процесса аварийной эвакуации людей каждый переход соединен только с одной входной позицией только одной дугой [9]. Соответственно, условием активности перехода будет являться наличие во входной позиции не менее одного маркера. Кроме того, условие активности перехода включает в себя еще и наличие «свободного места» в выходной позиции. Если плотность потока на участке пути, соответствующем выходной позиции, превышает некоторую критическую величину, то переход становится неактивным.

Плотность людского потока на участке пути, соответствующем j позиции, определяется по формуле для расчета плотности потока в методике [1], измененной для случая нечеткой разметки сети [9]:

$$D_i^* = \frac{N_i^* \cdot f}{l_i \cdot \delta_i},$$

где f – средняя площадь горизонтальной проекции человека; l_i – длина i участка пути; δ_i – поперечное сечение i -го участка пути; N_i^* – количество людей на i участке пути, определяемое по формуле:

$$N_i^* = \arg \min_{i \in \{1, 2, \dots, n\}} \{m_{i,j}\}.$$

Иначе говоря, количество людей на i участке пути соответствует индексу минимальной степени принадлежности нечеткого наличия маркеров в i позиции сети Петри.

Скорость движения человека, которому соответствует i маркер, определим как скорость движения людского потока с учетом уровня психологической напряженности ситуации по методике [1], адаптированной для случая нечеткой начальной разметки [9]:

$$V_k^* = V_{0s} \left(1 - a_s \ln \frac{D_i^*}{D_{0s}} \right),$$

где V_k^* – скорость движения людского потока на участке эвакуационного пути вида s при значениях плотности потока D_i^* с учетом уровня психологической напряженности ситуации; V_{0s} – скорость свободного движения людей по пути вида s при значениях плотности потока D_{0s} с учетом уровня психологической напряженности ситуации; D_{0s} – значение плотности людского потока на s виде пути, при достижении которого плотность потока начинает оказывать влияние на скорость движения людей в потоке; a_s – безразмерный коэффициент, отражающий степень влияния плотности людского потока на его скорость при движении по пути вида s . Вышеприведенная формула позволяет моделировать расслоение людского потока по скоростям.

Время, за которое k человек преодолет участок пути, соответствующий i позиции (что в рассматриваемой сети Петри соответствует времени задержки k маркера в i позиции), находим по формуле:

$$t_k^* = \frac{l_i}{V_k^* \cdot \Delta t},$$

где l_i – длина участка пути, соответствующего k -й позиции; V_k^* – скорость человека, соответствующего k маркеру.

Так как для моделируемой ситуации при срабатывании перехода из одной позиции в другую может перейти только один маркер, то формулы (1–4) для новой разметки сети Петри приобретают вид:

– для каждой из входных позиций $p_i \in P$, для которых $I(p_i, t_k) \neq 0$:

$$m_{ij}^v = m_{i,j+1};$$

– для каждой из выходных позиций $p_i \in P$, таких что $O(t_k, p_i) \neq 0$:

$$m_{ij}^v = \min \{m_{ij}, 1 - q_k\}, \quad j = 1,$$
$$m_{ij}^v = \max_{(j \in J) \wedge (j > 1)} \left\{ \min \{m_{ij}, 1 - q_k\}, \min \{m_{i,j-1}, q_k\} \right\}.$$

Таким образом, последовательно определяются элементы матрицы маркировки и вид функций принадлежности наличия маркеров в выходных позициях сети, и тем самым рассчитывается время аварийной эвакуации людей.

Несомненным достоинством нечетких сетей Петри является математически строгое описание модели. Это позволяет реализовать рассмотренный алгоритм с помощью современной вычислительной техники, например, с использованием программной среды MatLab [10].

Основные преимущества использования сетей Петри в моделировании [11]:

- большие выразительные способности в представлении параллельных асинхронных систем;
- способность представления локального управления, параллельных, конфликтных, недетерминированных и асинхронных событий;
- понятность модели и легкость ее изучения;
- графическое представление сети;
- возможность иерархического моделирования на их основе;
- возможность описания системы на различных уровнях абстракции;
- возможность машинной поддержки в проектировании;
- возможность представления системной иерархии;
- адекватное представление структуры организационно-технологических систем, а также логико-временных особенностей процессов их функционирования.

Проведенное исследование показало, что нечеткие сети Петри являются эффективным средством моделирования динамических систем и процессов, могут быть использованы в комплексном решении других задач моделирования оперативной деятельности МЧС России, таких как оценка риска и прогнозирование безопасности современных химических (технологических) производств [12], моделирование развития чрезвычайных ситуаций с целью разработки оптимальных решений и планов [13, 14].

Литература

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (с изм. от 12 дек. 2011 г. и 2 дек. 2015 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Беседина С.В. Теория графов как средство моделирования процесса эвакуации людей // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 126–127.
3. Барина Ю.С., Каменецкая Н.В., Калинина Е.С. О возможности применения теории графов для решения ряда задач оптимизации оперативной деятельности подразделений МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 1 (13). С. 39–44.
4. Сугак В.П., Калинина Е.С. Разработка математической модели выбора маршрутов передвижения при ликвидации чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 1. С. 59.
5. Барина Ю.С., Каменецкая Н.В. Решение задачи оптимизации оперативной деятельности подразделений МЧС России на основе применения теории графов // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2016. Т. 2. С. 177–179.

6. Питерсон Д. Теория сетей Петри и моделирование систем: пер. с англ. М.: Мир, 1984. 264 с.
7. Jensen K., Kristensen L.M., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems. Software Tools for Technology Transfer manuscript. 2007. 40 p.
8. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 284 с.
9. Егоров А.А. Математические модели и алгоритмы эвакуации людей в аварийных ситуациях в учебных заведениях: дис. ... канд. техн. наук. Саратов, 2008. 195 с.
10. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
11. Гриценко Ю.Б., Голубева А.А. Анализ процесса эвакуации людей нечеткими временными сетями Петри // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2011. Т. 2. № 2. С. 276–281.
12. 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.
13. Калинина Е.С. Математическое моделирование процесса функционирования пожарно-спасательных подразделений // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 9-1. С. 34–37.
14. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Применение методов математического моделирования при решении задачи выявления и оценки радиационной, химической и биологической обстановки в зоне чрезвычайной ситуации // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 2 (38). С. 64–69.

АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

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

Рассмотрены особенности использования нечетких нейронных сетей для аппроксимации функций многих переменных. Приведены логическая структура нейронной сети и этапы решения задачи аппроксимации с помощью нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть реализована в виде программы на ЭВМ.

Ключевые слова: функция многих переменных, нечеткая нейронная сеть, компьютерная программа, математическая модель

USE THE FUZZY NEURAL NETWORK FOR APPROXIMATION THE FUNCTION OF MANY VARIABLES

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

This article presents the problem of use the fuzzy neural network for approximation the function of many variables. The fuzzy neural network to realize in form the mathematical model and computing program.

Keywords: function of many variables, fuzzy neural network, computing program, mathematical model

Нечеткие нейронные сети (нейро-нечеткие системы) – это системы, которые комбинируют методы искусственных нейронных сетей и систем нечеткого вывода [1]. Нейро-нечеткие системы являются комбинацией лингвистического стиля рассуждений нечетких систем с обучением и структурой нейронных сетей [2]. Нейро-нечеткие системы являются универсальными аппроксиматорами со способностью интерпретировать правила базы нечетких правил [3]. В то время как система нечеткого вывода обеспечивает механизм логического вывода, нейронные сети обладают такими заметными преимуществами, как обучение, адаптация и обобщение [4].

Теоретически доказано, что искусственные нечеткие нейронные сети позволяют с произвольной точностью аппроксимировать любую непрерывную нелинейную функцию многих переменных суммой нечетких функций одной переменной [5]. Искусственные нейронные сети используются также для настройки функций принадлежности в нечетких системах, которые применяются в качестве нейро-нечетких систем принятия решений [6].

Возможная структура модели нечеткой нейронной системы [7] представлена на рис. 1.

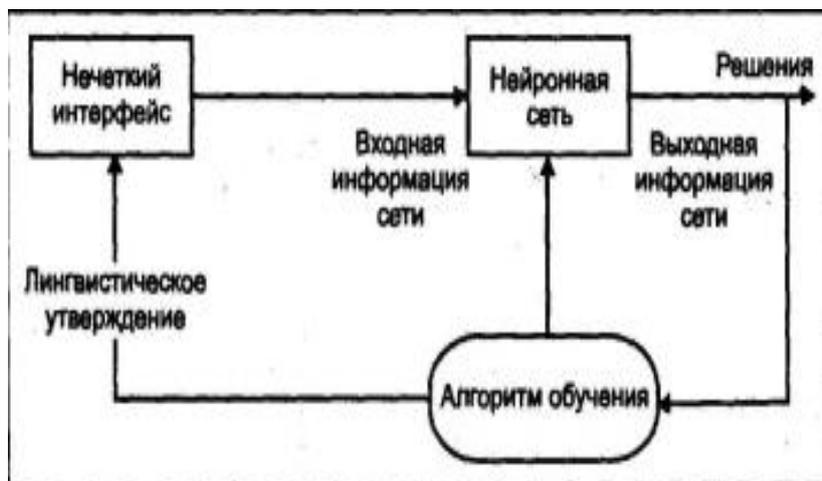


Рис. 1. Модель нечеткой нейронной системы

В данной модели полученное лингвистическое утверждение интерфейсный блок нечеткой логики преобразует во входной вектор нейронной сети. Нейронная сеть формирует выходную информацию, которая сравнивается с требуемой информацией, в результате чего с помощью процедуры обучения настраиваются параметры как нейронной сети, так и блока нечеткой логики.

Нечеткая нейронная сеть – это нейронная сеть с нечеткими сигналами, настраиваемыми весовыми коэффициентами и передаточными функциями [8]. Элементом такой сети является нечеткий нейрон, а все входные и выходные параметры, а также весовые коэффициенты являются вещественными числами в интервале [0, 1].

Нейро-нечеткие системы в области нечеткого моделирования могут быть разделены на два основных типа [9]:

- лингвистическое нечеткое моделирование, которое обеспечивает интерпретируемость моделирования и использует для этого нечеткую модель Мамдани-Заде;
- функциональное нечеткое моделирование, в котором отсутствует дефазификация на выходе сети, использующее нечеткую модель Такаги-Сугено-Канга.

В данной работе для аппроксимации функций многих переменных использована нечеткая нейронная сеть Мамдани-Заде. Обобщенную схему нечеткого вывода модели сети Мамдани-Заде можно представить в виде базы нечетких правил [10]:

$$R_1: \text{ЕСЛИ } (X_1 \in A_1^1) \text{ И } (X_2 \in A_2^1) \text{ И } \dots \text{ И } (X_n \in A_n^1) \text{ ТО } Y_1 = Z_1$$

$$R_n: \text{ЕСЛИ } (X_1 \in A_1^M) \text{ И } (X_2 \in A_2^M) \text{ И } \dots \text{ И } (X_n \in A_n^M) \text{ ТО } Y_M = Z_M,$$

где R_i – нечеткие правила; X_i – значения на входе сети; A_i^j – входные нечеткие множества; Y_i – значения на выходе нейронной сети; Z_i – требуемые значения.

Алгоритм моделирования сети Мамдани-Заде следующий [11]:

1. Определение степени истинности предпосылок каждого правила базы правил – этап фаззификации.
2. Агрегирование степеней истинности предпосылок по каждому правилу R_i :

$$\alpha_i = \mu_{A1}(X_1) \text{ И } \mu_{A2}(X_2),$$

где α_i – уровень по правилу R_i ; $\mu_{A_i}(X_i)$ – функция принадлежности нечеткого множества A_i .

3. Активизация (определение степени истинности) заключений по каждому правилу базы нечетких правил на основе операции логического И, которое интерпретируется как операция алгебраического произведения:

$$\mu_{z_i}(Y_i) = \alpha_i \text{ И } \mu_{z_i}(Y_i).$$

4. Аккумуляция полученных на этапе 3 заключений по всем правилам базы правил на основе операции логического ИЛИ, которое интерпретируется как операция сложения:

$$\mu_z(Y) = \mu_{z1}(Y) \text{ ИЛИ } \mu_{z2}(Y).$$

5. Дефаззификация путем использования операции определения центра тяжести области определения выходной переменной:

$$Y = \frac{\sum_i^N (Y_i * \mu_i)}{\sum_i^N (\mu_i)}.$$

Возможная реализация модели нечеткой сети Мамдани-Заде [6] представлена на рис. 2.

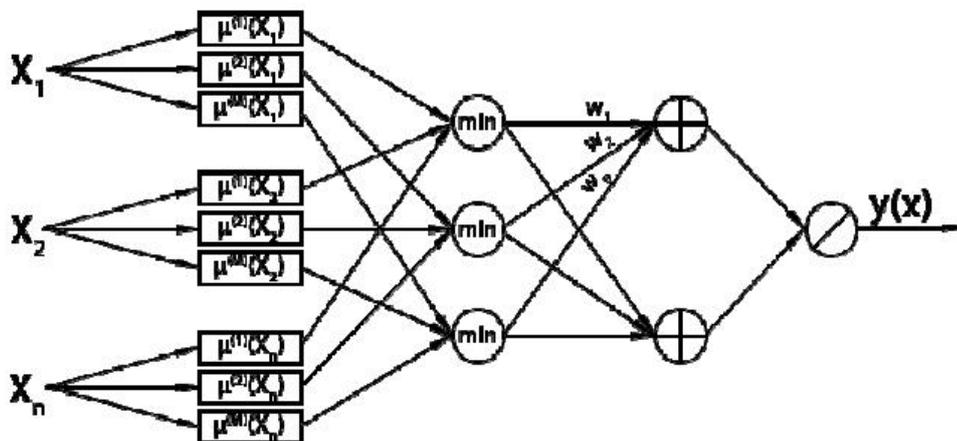


Рис. 2. Схема нечеткой нейронной сети Мамдани-Заде

Данная нечеткая сеть состоит из четырех слоев [6]. В первом слое выполняется дефаззификация входных переменных X_i ($i=1,2, \dots, N$). В результате для каждого правила базы правил определяется значение функции принадлежности $\mu_A(X_i)$, в качестве которой используется функция Гаусса:

$$\mu_A(X_i) = \exp[-((X_i - C_i)/\sigma_i)^{2*b_i}],$$

где C_i – параметр центра; σ_i – параметр ширины; b_i – параметр формы графика функции Гаусса.

Это параметрический слой с параметрами C_i и σ_i , подлежащими адаптации в процессе обучения нейронной сети.

Во втором слое выполняется агрегирование значений активации условий, определяющих результирующее значение коэффициентов принадлежности.

В третьем слое выполняется агрегирование правил вывода и определение нормализующего значения. Здесь производится коррекция весовых коэффициентов W_i нейронной сети.

Четвертый слой состоит из одного выходного нейрона, который выполняет нормализацию значений выходного сигнала $Y(X)$.

Нечеткие нейронные сети не могут использовать стандартный алгоритм обучения обычных нейронных сетей методом обратного распространения ошибки. Для обучения нечетких нейронных сетей используются методы наискорейшего спуска [11]. Методы наискорейшего спуска используют информацию о значениях целевой функции и ее первых и вторых частных производных. В качестве целевой функции используется функция ошибки аппроксимации $E(x_i)$, которая может быть определена по формуле:

$$E(x_i) = (1/2) * \sum_i^n [Y(x_i) - Y_{zi}]^2,$$

где x_i – настраиваемые параметры нейронной сети; $Y(x_i)$ – значения на выходе нейронной сети; Y_{zi} – требуемые значения.

В соответствии с алгоритмом метода наискорейшего спуска величина шага h_i изменения значения настраиваемого параметра x_i подбирается так, чтобы на каждой итерации достигалось максимально возможное уменьшение целевой функции $E(x_i)$ вдоль направления ее антиградиента. Величина шага h_i определяется из решения вспомогательной одномерной задачи минимизации:

$$E(x_i - h_i * \nabla E(x_i)) \rightarrow \min,$$

где $\nabla E(x_i)$ – градиент целевой функции.

Координаты вектора градиента целевой функции определяются по формуле:

$$\nabla E(x_i) = (\partial E / \partial x_1, \partial E / \partial x_2, \dots, \partial E / \partial x_n),$$

где частные производные $\partial E / \partial x_i$ могут быть вычислены аналитически или численно с помощью разностных формул:

$$\partial E / \partial x_i \approx [E(x_i + \Delta x_i) - E(x_i)] / \Delta x_i,$$

где Δx_i – относительный шаг дифференцирования.

Обучение нечеткой нейронной сети Мамдани-Заде производится в два этапа [5]. На первом этапе обучения, при фиксированных значениях параметров C_i , σ_i и b_i функций принадлежности первого слоя сети, уточняются значения весовых коэффициентов W_i третьего слоя сети:

$$W_i(k+1) = W_i(k) - \eta * \partial E / \partial W_i,$$

где k – номер очередного цикла обучения; η – множитель, определяющий скорость обучения нейронной сети.

На втором этапе обучения, при фиксированных значениях весовых коэффициентов W_i третьего слоя сети, уточняются параметры C_i , σ_i и b_i функций принадлежности первого слоя сети:

$$C_i(k+1) = C_i(k) - \eta * \partial E / \partial C_i; \quad \sigma_i(k+1) = \sigma_i(k) - \eta * \partial E / \partial \sigma_i; \quad b_i(k+1) = b_i(k) - \eta * \partial E / \partial b_i.$$

Модель нечеткой нейронной сети

В качестве функций принадлежности первого (входного) слоя нечеткой нейронной сети использовались функции Гаусса вида:

$$\mu_A(X_i) = \exp[-((X_i - C_i)/\sigma_i)^{2*b_i}],$$

где параметр $\sigma_i=0,2$; параметр $b_i =1$; параметр C_i принимал начальные значения, равные значениям аргумента аппроксимируемой функции, и подлежал настройке в процессе обучения сети. Функции принадлежности первого слоя нечеткой нейронной сети представлены на рис. 3.

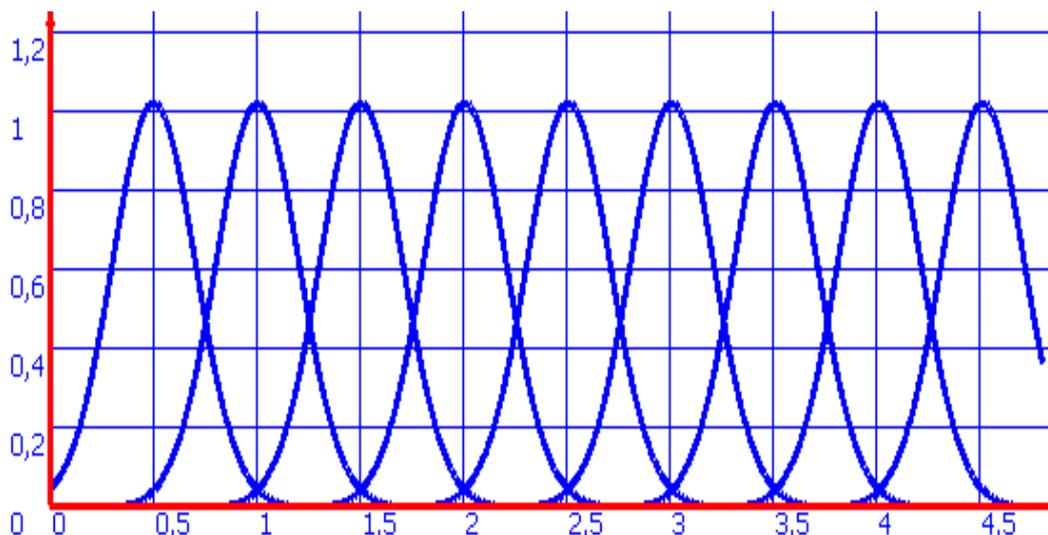


Рис. 3. Функции принадлежности входного слоя сети

В качестве обучающих зависимостей нечеткой нейронной сети были использованы две функции трех переменных:

$$F_1(X_1, X_2, X_3) = \text{Exp}(X_1+X_2+X_3)/(X_1 * X_2^2 * X_3^3);$$
$$F_2(X_1, X_2, X_3) = 2 * X_1^2 + 4 * X_2^2 + 8 * X_3^2 - 2 * X_1 * X_2 - 2 * X_2 * X_3 - X_1 * X_3 - 6 * X_1 - 7 * X_2.$$

Аргументы функций изменялись от 0,5 до 5,0 с шагом 0,5. Данные, подаваемые на вход нечеткой нейронной сети и получаемые с выхода сети, должны быть подготовлены путем масштабирования с целью приведения их к интервалу [0, 1]. Это необходимо сделать, так как значения функций принадлежности находятся на интервале [0, 1]. Кроме того, если не произвести масштабирование, то весовые коэффициенты и настраиваемые параметры примут очень большие или очень малые значения, вследствие чего процесс обучения сети растянется и снизится точность аппроксимации.

Разработанная модель нечеткой нейронной сети была реализована в виде программы на ЭВМ.

Значения аппроксимируемых функций при фиксированных значениях аргументов $X_1=2,5$; $X_2=2,5$ и $X_3=2,5$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

X_i	$F_1(X_1),$ $X_2=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_1(X_2),$ $X_1=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_1(X_3),$ $X_1=2,5,$ $X_2=2,5$	$F_2(X_1),$ $X_2=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_2(X_2),$ $X_1=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_2(X_3),$ $X_1=2,5,$ $X_2=2,5$
0,5	5,011	25,056	125,282	38,750	33,750	-9,250
1,0	4,131	10,328	25,819	33,500	28,250	-7,000
1,5	4,541	7,568	12,613	29,250	24,750	-0,750
2,0	5,615	7,018	8,773	26,000	23,250	9,500
2,5	7,406	7,406	7,406	23,750	23,750	23,750
3,0	10,175	8,479	7,066	22,500	26,250	42,000
3,5	14,379	10,271	7,336	22,250	30,750	64,250
4,0	20,744	12,965	8,103	23,00	37,250	90,500
4,5	30,401	16,889	9,383	24,750	45,750	120,75
5,0	45,110	22,555	11,278	27,500	56,250	155,00

Результаты аппроксимации представлены в табл. 2.

Таблица 2

X_i	$F_{n1}(X_1),$ $X_2=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_{n1}(X_2),$ $X_1=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_{n1}(X_3),$ $X_1=2,5,$ $X_2=2,5$	$F_{n2}(X_1),$ $X_2=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_{n2}(X_2),$ $X_1=2,5,$ $X_3=2,5$	$F_{n2}(X_3),$ $X_1=2,5,$ $X_2=2,5$
0,5	5,003	24,981	124,754	38,623	33,686	-9,231
1,0	4,124	10,297	25,711	33,390	28,196	-6,986
1,5	4,533	7,546	12,561	29,154	24,703	-0,748
2,0	5,605	6,998	8,737	25,915	23,206	9,483
2,5	7,392	7,384	7,375	23,672	23,705	23,705
3,0	10,156	8,454	7,037	22,426	26,200	41,920
3,5	14,352	10,241	7,306	22,177	30,691	64,127
4,0	20,705	12,926	8,070	22,925	37,179	90,326
4,5	30,343	16,839	9,344	24,669	45,662	120,52
5,0	45,024	22,487	11,231	27,410	56,142	154,702

Средняя ошибка аппроксимации может быть определена по формуле:

$$A_{cp} = (1/n) * \sum_{i=1}^n (|y_i - y_i^*| / y_i) * 100 [\%],$$

где y_i – значения тестовой функции; y_i^* – значения, полученные на выходе нечеткой нейронной сети.

Результаты расчетов показали, что средняя ошибка аппроксимации A_{cp} для указанных функций трех переменных составляет менее 1 %.

Результаты компьютерного моделирования путем проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ показали, что созданная компьютерная модель искусственной нечеткой нейронной сети в виде программы для ЭВМ способна обеспечить аппроксимацию функций трех переменных с приемлемой точностью.

Литература

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. М.: Изд-во Вильямс, 2006.
2. Рутковский Л., Пилиньский М., Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Изд-во Телеком, 2004.

3. Лазарев В.М., Свиридов А.П. Нейросети и нейрокомпьютеры. М.: Изд-во МГТУ РЭА, 2011.
4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Изд-во Наука, 2006.
5. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
6. Зайченко Ю.П., Севаев Ф.А. Исследование нечетких нейронных сетей в задачах прогнозирования // Системы обработки информации. 2004. № 2.
7. Кипер А.В., Станкевич Т.С. Разработка системы поддержки принятия решений руководителя тушения пожара на базе нечеткой нейронной сети ANFIS при пожаре на территории морского порта // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2013. № 1.
8. Шматко А.В., Голубничая Е.А. Анализ эффективности нечетких нейронных сетей в задачах прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера // Системы обработки информации. 2007. № 1.
9. Солдатова О.П. Многофункциональный имитатор нейронных сетей // Программные продукты и системы. 2012. Вып. 3.
10. Мищенко В.А., Коробкин А.А. Принципы нечеткой логики на примере нечетких нейронных сетей // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1.
11. Катасев А.С., Кирпичников А.П. Нейронечеткая модель аппроксимации сложных объектов с дискретным выходом // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 1.

СОХРАНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В АРКТИКЕ В АСПЕКТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ

**Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации;
В.В. Папырин, кандидат юридических наук;
Е.В. Руднев.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обсуждается деятельность спасательных подразделений МЧС России в Арктической зоне в аспекте сохранения экологического равновесия. Приведена отечественная специальная техника, которую используют спасатели в тундре без нанесения экологического вреда.

Ключевые слова: Арктика, экологическая безопасность, спасательные центры МЧС России, специальная техника для использования в тундре

PRESERVING ECOLOGICAL EQUILIBRIUM IN THE ARCTIC IN ASPECT OF ACTIVITIES OF EMERCOM OF RUSSIA

L.A. Konnova; V.V. Papyrin; E.V. Rudnev.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In article activities of rescue divisions of EMERCOM of Russia in the Arctic zone in aspect of preserving ecological equilibrium are discussed. The domestic special equipment which is used by rescuers in the tundra without causing ecological harm is given.

Keywords: Arctic, an ecological safety, rescue centers of EMERCOM of Russia, special equipment for use in the tundra

В Постановлении Правительства Российской Федерации по социально-экономическому развитию Арктической зоны на период до 2020 г. к приоритетам развития относится «Сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата» [1]. Карта Арктической зоны России представлена на рис. 1.



Рис. 1. Карта Арктической зоны Российской Федерации

Хозяйственная деятельность в Арктической зоне России связана с ростом добычи ресурсов – минеральных, лесных, водных и т.д., что, в свою очередь, требует развития арктических транспортных маршрутов, основным из которых является Северный морской путь (СМП). Для отдельных регионов России СМП остается до сих пор единственным путем для обеспечения территории. Сегодня СМП – исторически сложившийся маршрут, но для полноценного его использования необходима модернизация и строительство портовой инфраструктуры вдоль трассы СМП. Для формирования арктической инфраструктуры используется инновационно-логистический подход, суть которого в соединении морского пути с речными портами Сибири и с развитием железнодорожной инфраструктуры вдоль трассы СМП [2]. Новая инфраструктура включает и арктические комплексные аварийно-спасательные центры МЧС России (АСЦ) [3, 4], основная функция которых – обеспечение безопасности жизнедеятельности на территории Российской Арктики и акватории СМП, минимизация рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), выполнение задач по выявлению горячих экологических точек в Российской Арктике и обеспечению координации всех работ по охране окружающей среды.

Успех хозяйственной деятельности в Арктической зоне по освоению углеводородных ресурсов Арктики связан с решением проблем экологической и промышленной безопасности и требует высокого уровня реагирования аварийно-спасательных служб [5–8]. Уровень рисков усугубляется тем, что особые арктические условия влияют как на вероятность их возникновения, так и на возможные последствия, что серьезно усугубляет планирование действий по их ликвидации.

Одной из приоритетных задач МЧС России, относящихся к обозначенному направлению освоения Арктики, относится готовность к предупреждению и минимизации последствий экологических катастроф, связанных со случаями морских нефтяных разливов и борьба с ними. Об этом свидетельствует подписанное соглашение между МЧС России и Роснефтью на Санкт-Петербургском экономическом форуме о сотрудничестве в области

защиты населения и территорий при освоении углеводородных ресурсов в территориальном море и на континентальном шельфе России в Арктике. В целях предупреждения и ликвидации аварийных нефтеразливов МЧС России осуществляет тесное сотрудничество с крупнейшими компаниями, работающими в Арктике [4].

Экологическая безопасность Арктического региона во многом зависит от предупреждения ЧС, связанных с авариями на нефтедобывающих скважинах и готовности аварийно-спасательных служб к быстрому реагированию и минимизации последствий разливов нефти и пожаров. Примером ЧС такого характера являются разливы нефти и пожары, которые имели место на предприятии «Лукойла» в Республике Коми [9].

Сегодня в мире не существует эффективных средств ликвидации разливов нефти в тяжелых арктических льдах, и крупные компании осуществляют ряд проектов по созданию таких средств. Нефтяные компании «Лукойл» и «Газпромнефтьшельф», например, выделили значительные средства на приобретение нефтесборных систем и специализированных судов, оснащенных скиммерами и бонами, способных работать в ледовых условиях. В России проводятся научные исследования и опытно-конструкторские разработки по поиску эффективных средств в рамках ФЦП «Морская техника».

Другое направление работы МЧС России в Арктике – участие в развитии транспортной инфраструктуры, обеспечение безопасности транспортных магистралей – морских (СМП), авиационных (кроссполярные перелеты), а также экологические и природоохранные вопросы и развивающийся экстремальный туризм. Сегодня создаются и уже функционируют арктические комплексные аварийно-спасательные центры МЧС России, в частности в г. Мурманске, г. Нарьян-Маре, г. Архангельске, г. Дудинке. Кроме того, в регионе работают два морских спасательно-координационных центра (г. Мурманск, г. Диксон), морские спасательных подцентры (г. Архангельск, г. Тикси, г. Певек), а также пункты базирования аварийно-спасательного имущества и оборудования для ликвидации разливов нефти, которые находятся в г. Диксоне, г. Тикси, г. Певеке и поселке Провидения [3]. Карта дислоцированных специализированных аварийно-спасательных центров МЧС России в Арктической зоне России представлена на рис. 2.

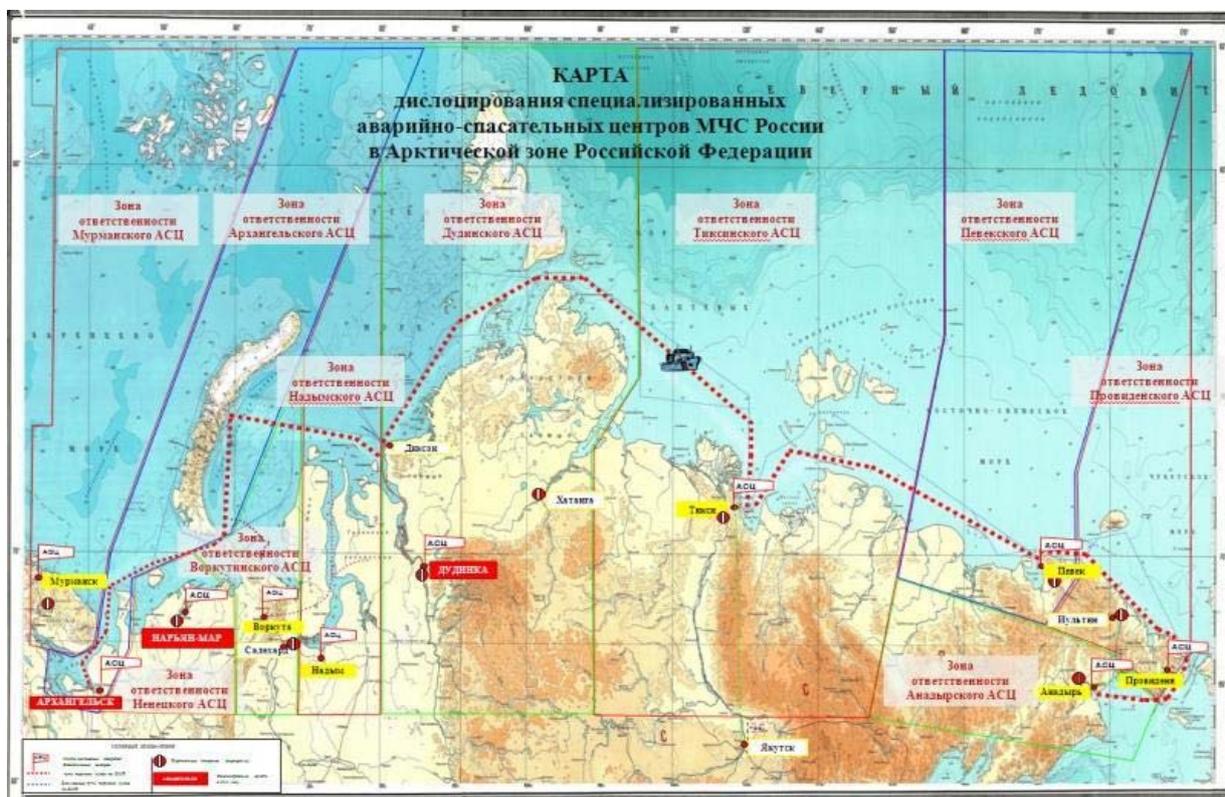


Рис. 2. Карта дислоцированных специализированных аварийно-спасательных центров МЧС России в Арктической зоне России

Сегодня деятельность пожарно-спасательных подразделений МЧС России в Арктическом регионе заключается в обеспечении безопасности населения и территорий как в повседневной жизни, так и в условиях ЧС. Повседневная деятельность спасательных подразделений связана со спасением пострадавших при происшествиях и несчастных случаях – спасение рыбаков, охотников, туристов – в последние годы стал развиваться экстремальный туризм, а также оказание помощи при дорожно-транспортных происшествиях, в том числе и на зимниках – дорогах, проложенных по льду и снегу. Деятельность подразделений МЧС России связана с выездами, при этом существует экологическая проблема – необходимость использования специальной техники, которая не нарушает почвенный покров в тундре. Международные экологические организации неоднократно выступали по поводу гибели уникального растительного покрова в связи с развитием транспорта и строительства дорог в Арктической зоне, в частности с гибелью ягеля, которым питаются олени. В последнее время отмечается нарушение экологического равновесия тундровых систем, особенно в регионах, где активно развивается промышленное освоение (добыча газа и нефти). Тундра характерна для субарктического пояса Северного полушария, ее площадь составляет около 3 млн км² вдоль северного побережья Северной Америки и Евразии сплошной полосой шириной до 500 км. Леса в тундре нет, но кое-где в тундру заходит лесотундра и наоборот. Существуют две основные проблемы, решение которых связано с сохранением экологического равновесия в тундре – строительство дорог и использование специального транспорта. Строительство дорог не только нарушает гидрологический режим в тундре, но и является преградой для миграции северных оленей.

Для экосистемы тундры губительны не только аварии с утечкой нефти, но и использование гусеничной техники, проходы которой уничтожают растительный покров, оголяют и перегревают почву и ведут к оттаиванию расположенной ниже мерзлоты. На восстановление таких нарушенных участков почвы уходят десятки лет. Поэтому спасательные подразделения используют для выездов на происшествие специальную технику, например, колесные вездеходы на шинах сверхнизкого давления. Снижение давления в шинах способствует повышенной проходимости транспортного средства, поскольку такие шины «расплющиваются» по поверхности, образуя большое пятно контакта. Благодаря этому вес вездехода распределяется на несколько таких пятен, что резко снижает удельное давление на грунт (в случае если давление колеса на грунт меньше, чем давление в шине, то такое колесо не будет претерпевать деформацию). На рис. 3 представлен отечественный вездеход «Трэкол-39445» на шинах сверхнизкого давления и снегоболотоход «Бобр».



Рис. 3. ТРЭКОЛ-39445 и снегоболотоход ГАЗ-3409 «Бобр»

В г. Нижнем Новгороде, кроме высоко проходимого «Трэкола», создан и уже используется микроавтобус «Бобр» (на гусеницах) при спасении водителей, застрявших на зимнике. Специально созданный для спасателей колесный вездеход на шинах низкого давления имеется на вооружении ненецкого поисково-спасательного отряда (рис. 4).



Рис. 4. Колесный вездеход на шинах низкого давления ТТМ 3930АСМ [10]

Такой вездеход не наносит вреда почвенному покрову и практически пройдет везде [10]. Для спасения людей в зимнее время создан вездеход «Белый орел» на базе «КАМАЗа» (рис. 5). Эта машина спасает людей, застрявших на зимниках, когда погода или состояние техники не позволяют водителям двигаться дальше [10].



Рис. 5. Вездеход «Белый орел», г. Нарьян-Мар и снегоход «Ока» с кабиной

Задача сотрудников МЧС России – в первую очередь спасти людей от морозов, обогреть, напоить горячим чаем, обеспечить эвакуацию. В сложных случаях людей вывозят, технику оставляют, чтобы забрать после того, как погода успокоится. «Белый орел» может автономно функционировать в течении 10 сут. Запас топлива – 700 л (рис. 5).

Для тушения пожаров создана новая пожарная машина «Ивеко», особенности которой – обогрев салона, пластиковая емкость, которая может работать как котельная, подогревая воду, и увеличенная производительность насосов. Транспорт, который используется в Арктике, хорошо представлен в 26 фотографиях в работе [11].

По мнению специалистов МЧС России, из-за обширных территорий, больших расстояний и труднодоступных местностей вездеходы не решают полностью выполнение главной миссии МЧС России – поиска и спасения пострадавших. Необходимы вертолеты, оборудованные для видеонаблюдения и зондирования местности, а также беспилотники (дроны), способные преодолеть расстояние до 300 км. Строить аэродромы или даже площадки для вертолетов не планируется, поскольку слишком затратно. Предполагается базировать технику в нескольких городах Арктической зоны.

В настоящее время поиск и спасение людей, терпящих бедствие на море и во внутренних водах Российской Федерации, осуществляется на принципе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб Министерства обороны (МО), Министерства транспорта, Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Государственного комитета по рыболовству, Федеральной пограничной службы, Министерства природных ресурсов, Российской академии наук. Следует отметить, что аварийно-спасательные формирования для проведения спасательных операций на суше и внутренних водах объединены под эгидой МЧС России, а в воздушном пространстве – Федерального аэрокосмического управления поиска и спасания. Принимая во внимание обустройство российских военных баз в Арктике (о завершении шести баз уже сообщалось МО [12], куда входят аэродромы, а также определенную правительством необходимость взаимодействия ведомств (МО, МЧС России, ФПВ и т.д.) при выполнении аварийно-спасательных работ в Арктике, можно предполагать использование и военных аэродромов. Российские беспилотники МО России уже патрулируют Арктику (рис. 6) [13].



Рис. 6. Российские беспилотники в Арктике

Таким образом, МЧС России непосредственно участвует в сохранении экологического равновесия в Арктическом регионе – с одной стороны, участием в предупреждении ЧС и минимизации их последствий, с другой стороны, используя в повседневной деятельности щадящую технику, не опасную в плане нанесения экологического вреда.

Литература

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. URL: government.ru/media/files/2RpSA3sctElhAGn4RN9dHrtzk0A3wZm8.pdf (дата обращения: 19.12.2016).
2. Буч О.В. Развитие транспортно-логистических маршрутов в Арктике // Российское предпринимательство. 2013. № 18 (240). С. 129–134.
3. Лукин Ю. Десять центров МЧС прикроют Российскую Арктику и Севморпуть URL: http://www.narfu.ru/aan/news.php?ELEMENT_ID=71149 (дата обращения: 27.01.2017).

4. Основные направления работы МЧС России в Арктике. URL:<<http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/989168>> (дата обращения: 20.01.2017).
5. Богдавленский В.И. Чрезвычайные ситуации при освоении ресурсов нефти и газа в Арктике и Мировом океане // Арктика. Экология и экономика. 2014. № 4. С. 48–59.
6. Дмитриевский А.Н. Промышленная и экологическая безопасность нефтегазовых проектов // IV Ежегодная конф. ин-та Адама Смита. М., 2014.
7. Некоторые проблемы экологической и промышленной безопасности природно-техногенных морских объектов при освоении шельфа Арктики / В.М. Максимов [и др.] // Арктика: экология и экономика. 2014. 4 (16). С. 60–67.
8. Болсуновская Ю.А., Боярко Г.Ю. Особые экологические риски в системе обеспечения экологической безопасности Арктического региона РФ // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–12. С. 2 725–2 728.
9. Пожар на арктической нефтяной скважине «Лукойла». URL:<<http://barentsobserver.com/ru/energiya/2014/06/pozhar-na-arkticheskoy-neftyanoj-skvazhine-lukoyla-11-06>> (дата обращения: 27.01.2017).
10. Один день в Нарьян-Маре. URL: <http://zhzhitel.livejournal.com/284064.html> (дата обращения: 25.01.2017).
11. Транспорт для тундры – это как-то скучно звучит, не? URL: <https://dezinfo.net/foto/30259-transport-dlya-tundry-yeto-kak-to-skuchno-zvuchit-ne-26-foto.html#> (дата обращения: 22.01.2017).
12. Россия развернула в Арктике шесть военных баз. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2871640> (дата обращения: 29.12.2016).
13. Российские беспилотники приступили к патрулированию Арктики. URL: <<http://pronedra.ru/weapon/2015/11/23/bespilotniki-v-arktike/>> (дата обращения: 27.01.2017).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

В.В. Ключ, кандидат педагогических наук, доцент;

М.А. Полукеев.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В ходе работы был произведен анализ статистических данных по пожарам в период с 2012 по 2015 гг. Описаны экологические аспекты, разработаны рекомендации должностным лицам при возникновении пожара на объектах здравоохранения.

Ключевые слова: возгорание, статистика, здравоохранение, рекомендации, пожар, ущерб, экология

MODERN PROBLEMS OF ORGANIZING FIRE EXTINGUISHING AT HEALTH CARE OBJECTS

V.V. Klu; M.A. Polukeev.

Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The analysis of fires in health facilities from 2012 to 2015 was carried out. Environmental aspects are described, recommendations are made to officials in the event of a fire at public health facilities.

Keywords: fire, statistics, health, recommendations, fire, damage, ecology

По статистическим данным возникновение семи пожаров из десяти напрямую связано с человеческой деятельностью. Из-за неосторожного обращения с огнем происходит 32 % возгораний, а по причине нарушения правил устройства и пользования электрооборудования – 17 %.

На территории Российской Федерации ежегодно регистрируют около 140 тыс. пожаров. В пожарах погибает примерно около 8–10 тыс. человек в год [1].

В настоящее время статистика состояния пожарной безопасности на территории нашего государства показывает, что более 20 % объектов социальной защиты и здравоохранения эксплуатируются в неудовлетворительном противопожарном состоянии, около 30 % – не оборудованы системами автоматической пожарной сигнализации и оповещения людей при пожаре. Более трех тыс. объектов имеют неисправное состояние электрооборудования и электросетей.

Если брать статистику за последние три года (с 2012 по 2015 гг.), то стоит отметить, что количество пожаров заметно уменьшается с 163 до 146 тыс. (28 %), а число погибших – с 12 до 10 тыс. В настоящее время результаты нарушения требований пожарной безопасности составляют от 5 % до 10 %, и этот показатель постоянно устойчив, несмотря на принятые меры.

В случае возникновения и обнаружения пожара медицинский персонал и сотрудники лечебно-профилактических учреждений обязаны незамедлительно сообщить об этом в пожарную охрану, включить системы оповещения и управления эвакуации, в первую очередь эвакуировать больных в безопасное место, самостоятельно приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, встретить пожарные подразделения [2].

Но зачастую работники слабо знают требования пожарной безопасности, а также не имеют достаточных знаний о своих действиях при возникновении пожара.

Крупнейшие пожары, произошедшие за последние годы в медицинских учреждениях тому пример. Самый крупный пожар произошел в марте 2007 г. в станице Камышеватская Ейского района Краснодарского края. Пожарная часть находилась достаточно далеко от социального учреждения. В результате трагедии погибли 62 человека, 30 были госпитализированы с различными травмами.

Все должны помнить апрельский пожар 2013 г. в психиатрической больнице № 14 г. Раменское (Подмосковье), который унес жизни 38 человек.

26 апреля 2013 г. крупный пожар произошел в деревянном корпусе психиатрической больницы № 4, расположенной в поселке Раменский Дмитровского района Московской области. На момент возгорания в больнице находился 41 человек, включая трех медицинских работников. Из них погибли 38, спаслись всего три человека – медсестра и двое пациентов. Площадь пожара составила 420 кв², первые подразделения противопожарной службы прибыли на место только через час после начала пожара.

13 сентября 2013 г. в деревне Лука Маловишерского района Новгородской области в результате пожара в медицинском учреждении «Оксочи» погибли 37 человек – 36 пациентов и медсестра Юлия Ануфриева (посмертно награждена орденом Мужества за спасение людей). Общая площадь пожара составила 670 кв², здание сгорело полностью. Список можно продолжать. Это данные за неполных 10 лет. Погибло более 200 человек.

Сведения о пожарах на объектах здравоохранения в период с 2012 по 2015 гг. приведены на рис. 1.

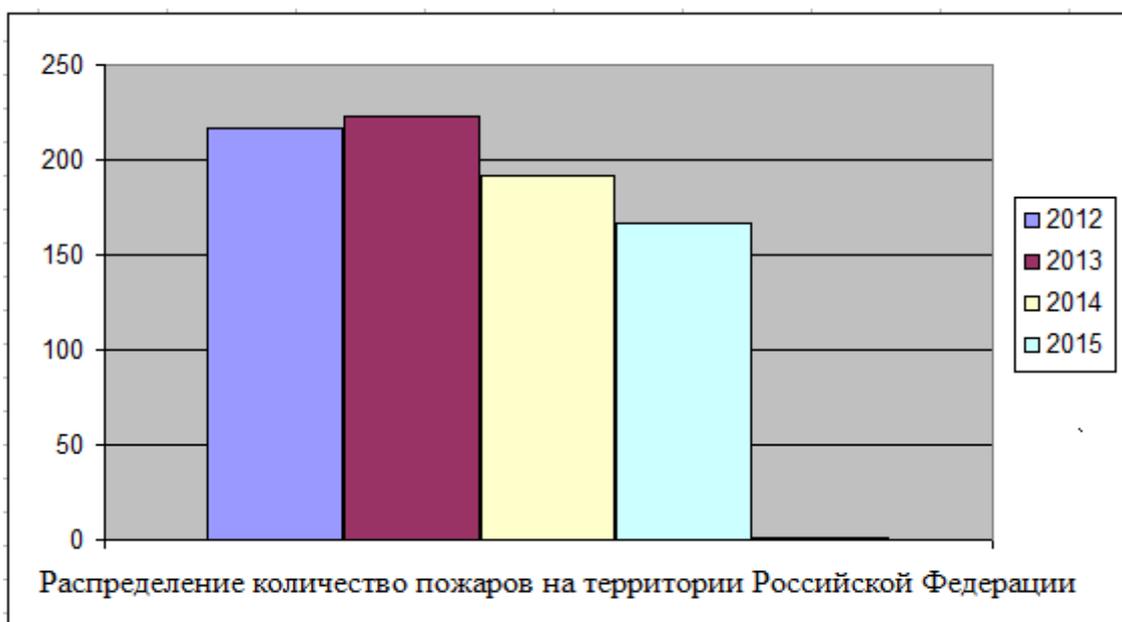


Рис. 1. Количество пожаров на объектах здравоохранения за период с 2012 по 2015 гг.

Сведения о погибших при пожаре на объектах здравоохранения в период с 2012 по 2015 гг. приведены на рис. 2.

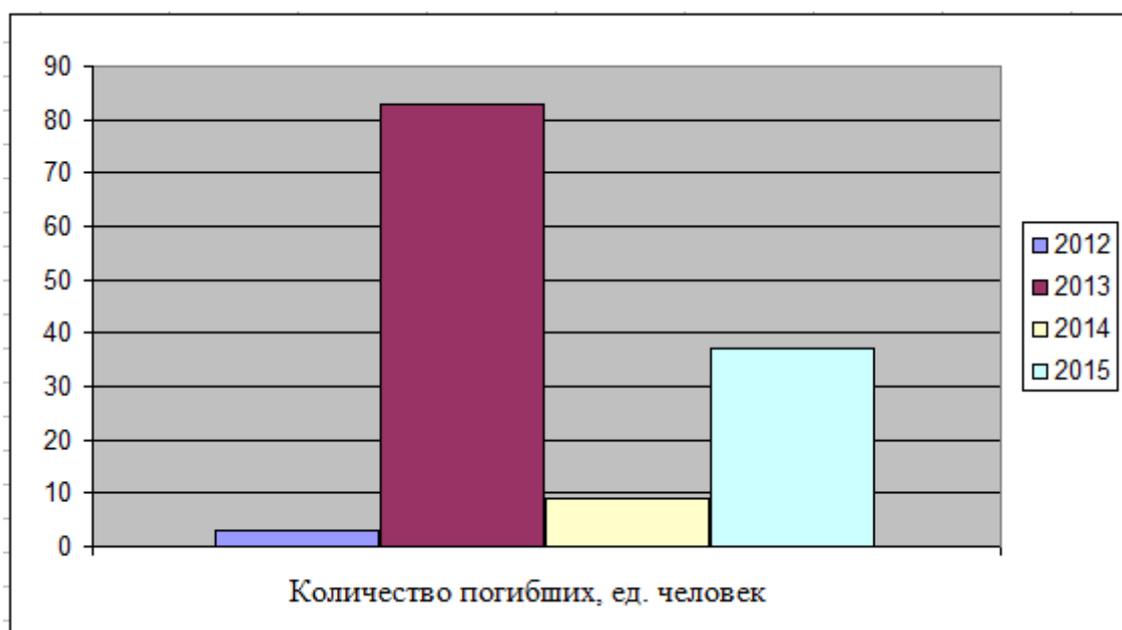


Рис. 2. Количество погибших при пожаре на объектах здравоохранения за период с 2012 по 2015 гг.

Сведения о пострадавших при пожаре на объектах здравоохранения в период с 2012 по 2015 гг. приведены на рис. 3.

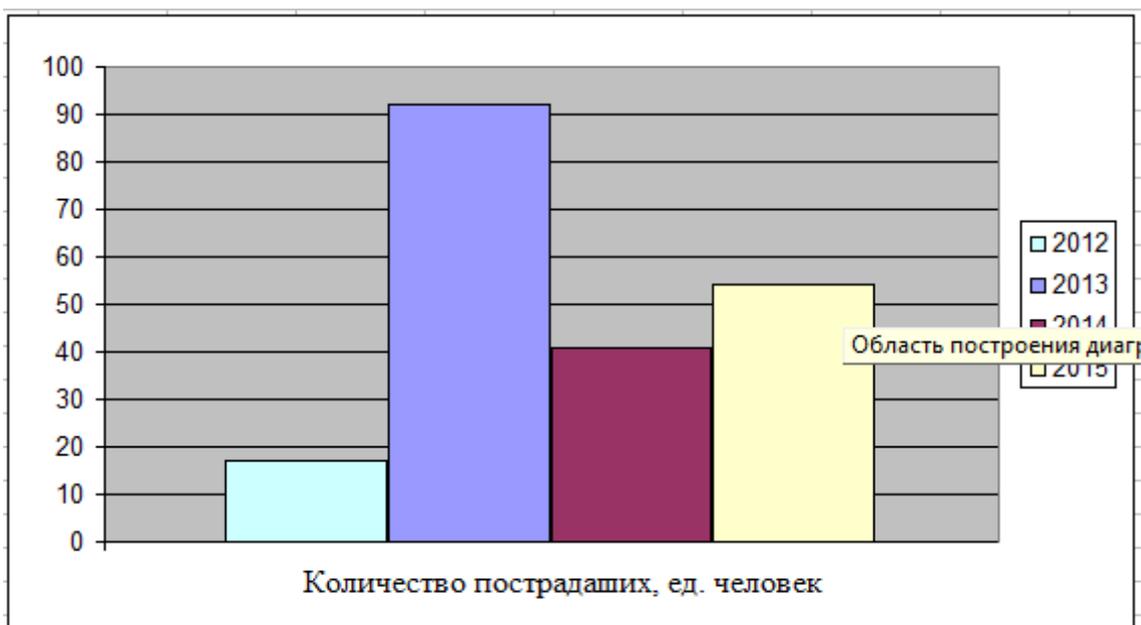


Рис. 3. Количество пострадавших при пожаре на объектах здравоохранения за период с 2012 по 2015 гг.

Таким образом, защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов, и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей.

Объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений на требуемом уровне [3].

Основными причинами пожара на объектах здравоохранения являются:

- 1) технические неполадки при работе электрооборудования;
- 2) искры и разряды статического электричества при проведении ремонтных работ;
- 3) нарушение правил пожарной безопасности;
- 4) неосторожное обращение с огнем;
- 5) техногенное или природное воздействие (удар молнии, ураган, тепловое излучение и т.п.).

В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации на каждый объект здравоохранения должен быть заранее составлен план тушения пожара, в котором рассматриваются различные варианты развития горения и произведен расчет необходимых сил и средств.

Нередки случаи, когда прибывшие на место тушения пожара должностные лица принимают неправильные решения, что влечет за собой не только большие материальные потери, но и человеческие жизни.

Проанализировав современные тенденции распространения пожаров на объектах здравоохранения, авторы предлагают следующие рекомендации должностным лицам на пожаре.

Руководителю тушения пожара [3, 4]

1. По прибытию к месту вызова первых пожарных подразделений организовать взаимодействие с администрацией и создать штаб тушения пожара.
2. В ходе проведения разведки необходимо установить наличие людей в здании.
3. Определить решающее направление тушения пожара, исходя из обстановки.
4. Уточнить у администрации наличие пациентов, подключенных к аппаратам жизнеобеспечения.
5. Максимально возможное количество личного состава направить на эвакуацию больных, не способных самостоятельно передвигаться.
6. По возможности не производить прокладку рукавных линий на основных путях эвакуации людей. Для проведения развертывания использовать входы в здания, обеспечивающие максимально быстрый доступ к очагу пожара.
7. Создать в зависимости от обстановки участки тушения пожара для тушения горящих и защиты соседних помещений.
8. Для подачи воды на решающем направлении использовать водяные и пенные стволы, способные формировать тонко распыленную струю, стволы высокого давления.
9. Для проведения дымоудаления из помещений использовать специальное оборудование.
10. При необходимости вызвать дополнительные силы и средства.
11. Иметь в постоянной готовности резерв сил и средств.
12. Организовать работу звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС), определить местонахождение постов безопасности [5].
13. Произвести расстановку прибывшей пожарной техники, установить границы территории, на которой осуществляются действия по тушению пожара.
14. Проверить отключение электроэнергии в здании корпуса.
15. Обеспечить взаимодействие со службами жизнеобеспечения.
16. Организовать резерв звеньев ГДЗС [5].

Начальнику штаба [3, 4]

1. Включить в состав оперативного штаба тушения пожара представителя объекта, представителей служб жизнеобеспечения, привлекаемых для тушения пожара.
2. Организовать ведение радиообмена между СДС и работающими подразделениями через радиостанцию штабного автомобиля.
3. Совместно с представителями объекта проконтролировать открытие всех ворот (шлагбаумов и т.д.), препятствующих въезду пожарной техники на территорию больницы.
4. Не допускать скопления посторонних лиц (в том числе эвакуированных больных) в непосредственной близости от места работы пожарных подразделений). Место эвакуации больных должно быть согласовано с представителями больницы, все больные должны эвакуироваться в установленные места, независимо от их состояния (за исключением тяжелых больных, для поддержания жизни которых необходимо специальное оборудование).
5. На момент формирования штаба уточнить точное место работы звеньев ГДЗС и места точного нахождения пожарной техники.
6. Организовать связь на месте пожара: по мобильным радиостанциям – с ЦППС, по переносным радиостанциям – с УТП, по телефону – со службами жизнеобеспечения.
7. Координировать работу всех служб, участвующих в тушении пожара.
8. При длительной работе на пожаре организовать подмену личного состава.
9. Изучать обстановку на пожаре путем организации непрерывной разведки, обо всех изменениях немедленно докладывать руководителю тушения пожара (РТП).

10. Организовать работу звеньев ГДЗС, постов безопасности и контрольно-пропускных пунктов (КПП).
11. Обеспечить контроль за выполнением распоряжений РТП.
12. При необходимости по указанию РТП вызвать дополнительные силы и средства, другие специальные службы города.
13. Вести документацию оперативного штаба.

Начальнику тыла [3, 4]

1. Обеспечить расстановку сил и средств пожарной охраны, прибывающих на пожар согласно схеме расстановки сил и средств.
2. Не допустить перегораживания проезда пожарной и другой техникой узких участков дорог.
3. Определить место расположения резервной пожарной техники.
4. Произвести расстановку пожарной техники на пожарные гидранты, расположенные на территории объекта.
5. Обеспечить прокладку магистральных рукавных линий преимущественно по пешеходным тротуарам. В случае прокладки рукавных линий по проезжей части проконтролировать использование рукавных мостков.
6. Вести учет работы техники и пожарно-технического вооружения, составить схему расстановки техники на водоисточники и прокладки магистральных линий.
7. Наладить взаимодействие с РТП для руководства работой тыла.
8. Провести разведку дополнительных водоисточников, находящихся за территорией объекта.

Начальнику КПП ГДЗС [5]

1. Контрольный пункт ГДЗС расположить в непосредственной близости от места организации штаба тушения пожара.
2. Для ведения радиообмена между звеньями ГДЗС, постами безопасности ГДЗС и КПП ГДЗС использовать радиостанцию автомобиля АБГ.
3. Резерв звеньев ГДЗС расположить в непосредственной близости от КПП ГДЗС.
4. Принять решение о целесообразности использования на месте пожара УКС.
5. Обеспечить своевременную смену работающих звеньев ГДЗС, используя резервные звенья ГДЗС.
6. Контролировать ведение радиообмена между работающими звеньями ГДЗС и постами безопасности ГДЗС.
7. Вести непрерывное наблюдение лично и через начальников караулов и командиров отделений за соблюдением личным составом техники безопасности, принимать меры, исключающие несчастные случаи.
8. Осуществлять постоянный контроль, за состоянием конструкций здания во избежание обрушения. Определить сигнал общей опасности и довести его до всех лиц, принимающих участие в тушении пожара.
9. Обеспечить взаимодействие со службой «Скорой помощи».

Литература

1. Официальный сайт МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 18.12.2016).
2. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

3. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: Постановление Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

4. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (зарег. в Минюсте России 8 мая 2015 г. № 37 203): Приказ Минтруда России от 23 дек. 2014 г. № 1 100н. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

5. Об утверждении правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 янв. 2013 г. № 3. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИСИЛОКСАНОВЫХ КАУЧУКОВ

М.Э. Мироненко;

Д.П. Волков, кандидат технических наук, доцент.

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

К.М. Бейсембаева.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби.

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведены исследования теплофизических свойств фторсилоксановых каучуков с различными наполнителями. Особенность этих полимеров состоит в высокой стойкости к воздействию авиационных масел и топлив, наряду с широким диапазоном рабочих температур.

Ключевые слова: теплоемкость, композиции, полимеры, полисилоксаны

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF POLYSILOXANE CAOUTCHOUCS

M.E. Mironenko; D.P. Volkov.

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

K.M. Beysembaeva. Al-Farabi Kazakh national university.

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

The main goal of this work is investigation thermalphysical properties of polysiloxanes with different fillers. The main feature of these polymers is a high tenacity to influence of aviation fuels and oils, along with a wide temperature range.

Keywords: heat, compositions, polymers, polysiloxane

Тактико-технические показатели современной техники, в том числе авиационно-космической, в значительной мере определяются техническим уровнем используемых конструкционных материалов. Среди этих материалов важное место занимают композиционные материалы на основе фторсилоксановых каучуков.

Фторсилоксановые каучуки имеют уникальный для техники комплекс свойств. Фторсилоксаны сохраняют эластичность под воздействием растворителей, масел, смазок в широком диапазоне температур (от -60 до +250 °С), они обладают высокой плотностью и, вследствие этого, пониженной влаго- и газопроницаемостью, а также озоностойкостью

и высоким сопротивлением старению в сочетании с хорошими диэлектрическими показателями [1].

В промышленности находят применение низкомолекулярные фторсилоксановые каучуки. Особенность этих каучуков – высокая стойкость к воздействию масел и топлив наряду с широким температурным диапазоном.

Материалы на их основе имеют широкое применение в авиационной, авиакосмической промышленности.

Низкомолекулярный фторсилоксановый каучук НФС-100А предназначен для изготовления маслобензостойких герметиков и других композиционных материалов, отверждаемых поликонденсацией при «комнатной» температуре, работоспособных в интервале температур от -50 до +250 °С. Например, в авиационных герметиках серии ВГФ-4 (разработка «ВИАМ»).

В качестве наполнителя использовались:

1. Стеглосферы – микросферы стеклянные марки МС А9 А2 (ТУ 6-48-108-94 с изм. 10). Микросферы представляют собой легкий рассыпчатый порошок молочного цвета, состоящий из отдельных пустотелых частиц круглой формы величиной от 15 до 200 мкм. Микросферы изготавливаются из натриевоборосиликатного стекла. Они обладают рядом преимуществ:

- химическая и коррозионная инертность;
- хорошие звуко- и теплоизолирующие свойства;
- снижение плотности изделия и др.

Используются в качестве легкого наполнителя при изготовлении сложных заливочных пен на основе полимерных связующих в самолетостроении и судостроении.

2. КЖ-2 – карбонильное железо марки КЖ-2 (из Института теоретической и прикладной электродинамики РАН).

Карбонильное железо Fe (размер частиц 0,5–20 мкм) – особая разновидность высокочистого железа, обладающая весьма ценными физико-химическими характеристиками – повышенной электропроводностью, устойчивостью к воздействию коррозии, а также необыкновенно высокими показателями пластичности.

В работе приводятся результаты исследования теплопроводности и теплоемкости нового типа полидиметилсилоксанового заливочного компаунда. Основной целью работы являлось исследование влияния температуры и концентрации наполнителей на теплофизические свойства заливочного компаунда.

Для исследования были предложены композиции заливочных компаундов, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Исследуемые образцы

№ образца	Полимер	Растворитель, масс. % от веса полимера	Отвердитель, масс. % от веса полимера	Наполнитель, масс. % от веса полимера
22	НФС-100	–	0,30 (230-19) 4,0 (ЭС-40)	–
23	НФС-100	–	0,50 (230-19) 2,0 (ЭС-40)	–
27	НФС-100	0,7 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	50 (КЖ-2)
24	НФС-100	1,5 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	100 (КЖ-2)
26	НФС-100	2,3 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	200 (КЖ-2)
25	НФС-100	5 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	300 (КЖ-2)

№ образца	Полимер	Растворитель, масс. % от веса полимера	Отвердитель, масс. % от веса полимера	Наполнитель, масс. % от веса полимера
30	НФС-100	2 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	15 (стеклосферы)
31	НФС-100	8 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	30 (стеклосферы)
28	НФС-100	22 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	50 (стеклосферы)
29	НФС-100	75 (этилацетат)	0,50 (230-19) 5,0 (ЭС-40)	100 (стеклосферы)

Исследования теплоемкости проводились на измерителе теплоемкости ИТ-С-400 в диапазоне температур 50–200 °С и на установке ДСК (дифференциальная сканирующая калориметрия).

В основу работы измерителя ИТ-С-400 положен метод динамического С-калориметра с тепломером и адиабатической оболочкой в режиме монотонного нагрева [2]. Для исследования теплоемкости образцы выполнялись в форме цилиндров диаметром 15 мм и высотой 9 мм. Предел допускаемой погрешности составляет ±10 %.

Результаты исследований на данной установке представлены в табл. 2 и на рис. 1, 2.

Таблица 2. Теплоемкость чистых образцов

Температура, °С	Обр. 22 С, Дж/(кг*К)	Обр. 23 С, Дж/(кг*К)
50	1 345	1 234
75	1 368	1 256
100	1 405	1 301
125	1 458	1 330
150	1 488	1 349
175	1 511	1 397
200	1 547	1 413
225	1 568	1 437

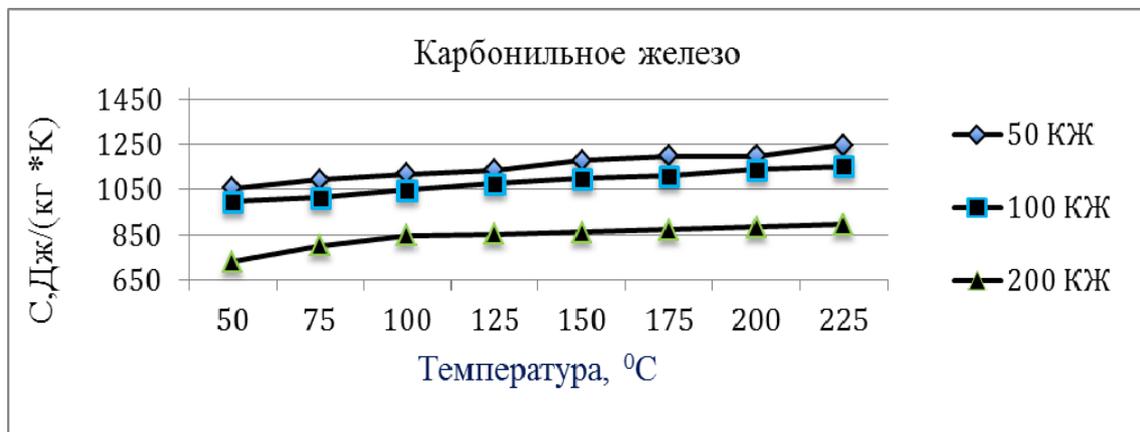


Рис. 1. Зависимость теплоемкости от температуры и концентрации карбонильного железа

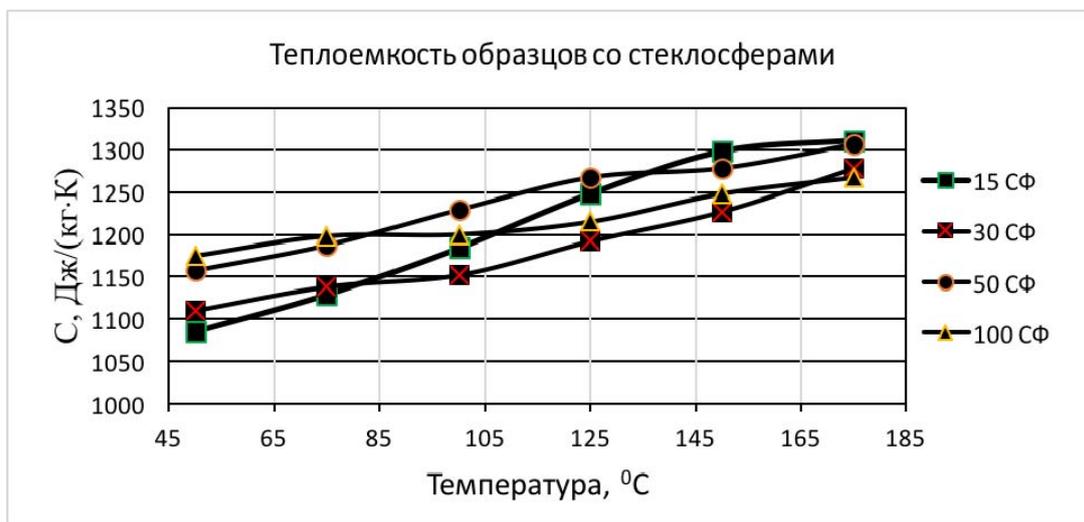


Рис. 2. Теплоемкость образцов со стеклосферами

Для уточнения полученных результатов были проведены исследования теплоемкости указанных материалов на установке ДСК. В методе ДСК теплоту определяют через тепловой поток – производную теплоты по времени (отсюда в названии термин «дифференциальный») [3]. Тепловые потоки измеряются по разнице температур в двух точках измерительной системы в один момент времени. Измерения можно проводить как в изотермических условиях, так и в динамическом режиме при программируемом изменении температуры оболочки (нагревателя) (калориметры такого типа называют «сканирующими»).

Все ДСК имеют две измерительные ячейки: одна предназначена для исследуемого образца (sample, S), в другую – ячейку сравнения (reference, R) помещают либо пустой тигель, либо тигель с образцом сравнения – эталоном (инертным в заданном диапазоне условий веществом, по теплофизическим свойствам близким к образцу). Ячейки конструируют максимально симметрично (одинаковые тигли, одинаковые сенсоры, одинаковое расстояние от нагревателя (furnace, F) до сенсора и т.д.). Экспериментально измеряется временная зависимость разницы температур между ячейкой с образцом и ячейкой сравнения.

Для исследования теплоемкости образцы выполнялись в форме цилиндров диаметром 4 мм и высотой 1 мм.

Результаты проведенных исследований представлены на графиках (рис. 3, 4).

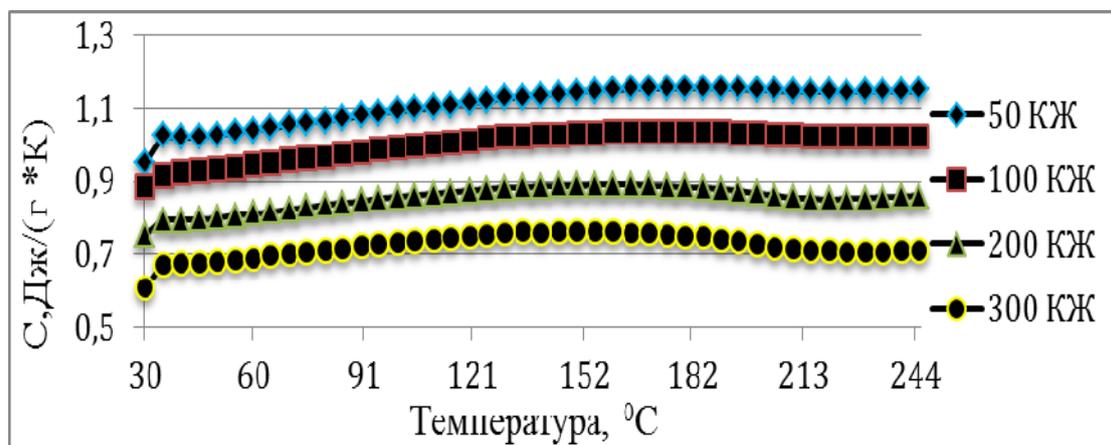


Рис. 3. Зависимость теплоемкости от температуры в серии с карбонильным железом: образцы № 27–25

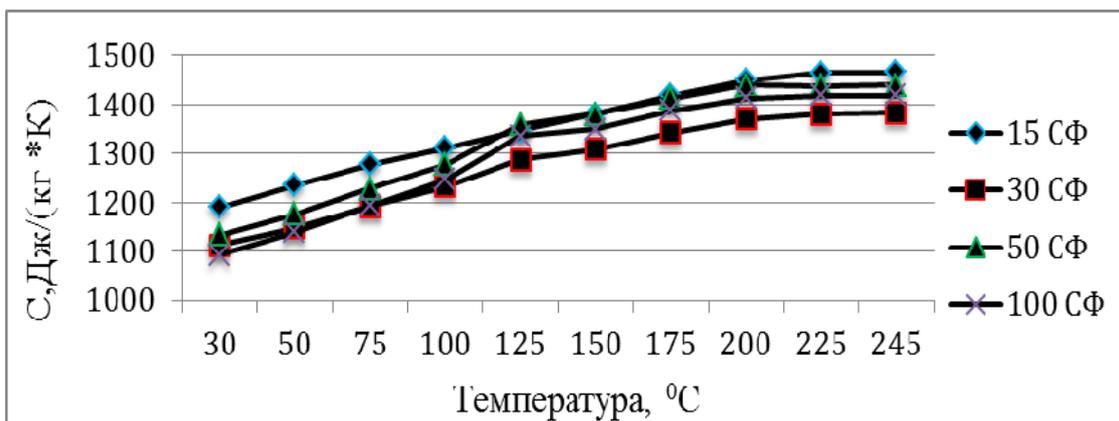


Рис. 4. Зависимость теплоемкости от температуры в серии со стеклосферами: образцы № 31–29

Наибольшее значение теплоемкости получено на образцах фторсилоксанового каучука НФС-100А без наполнителя. Разное количество отвердителя слабо влияет на теплоемкость образцов. Расхождение между значениями теплоемкости образцов не превышает 8 % (табл. 2).

С ростом температуры наблюдается одинаковый незначительный характер возрастания теплоемкости как на образцах чистого каучука, так и на образцах с наполнителями. Это можно объяснить тем, что теплоемкости каучука, стекла и железа возрастают с ростом температуры в рассмотренном диапазоне температур.

Теплоемкость композиций со стеклосферами практически не зависит от концентрации наполнителя, так как теплоемкость натрийборосиликатного стекла, из которого изготовлены стеклосферы, совпадает с теплоемкостью чистого каучука. Расхождение между значениями теплоемкости образцов с предельной концентрацией стеклосфер (образцы 29 и 30) составляет 5÷8 %, что не превышает погрешности измерений на данных установках [4].

Теплоемкость образцов с карбонильным железом значительно уменьшается с увеличением концентрации наполнителя. Это объясняется тем, что теплоемкость карбонильного железа значительно меньше теплоемкости каучука.

Значения теплоемкостей материалов, полученные на приборе ИТ-С-400 и на установке ДСК, имеют идентичные значения.

Исследования теплопроводности предложенных материалов проводились на измерителе теплопроводности ИТ-λ-400. В основу работы измерителя положен динамический метод монотонного разогрева. Работа измерителя и вывод расчетных формул подробно рассмотрены в работе [2]. Образцы изготавливались в виде дисков диаметром 15 мм и высотой около 3 мм; предел допускаемой основной погрешности измерения теплопроводности составляет ± 10 %.

Результаты измерения теплопроводности представлены на рис. 5–7.

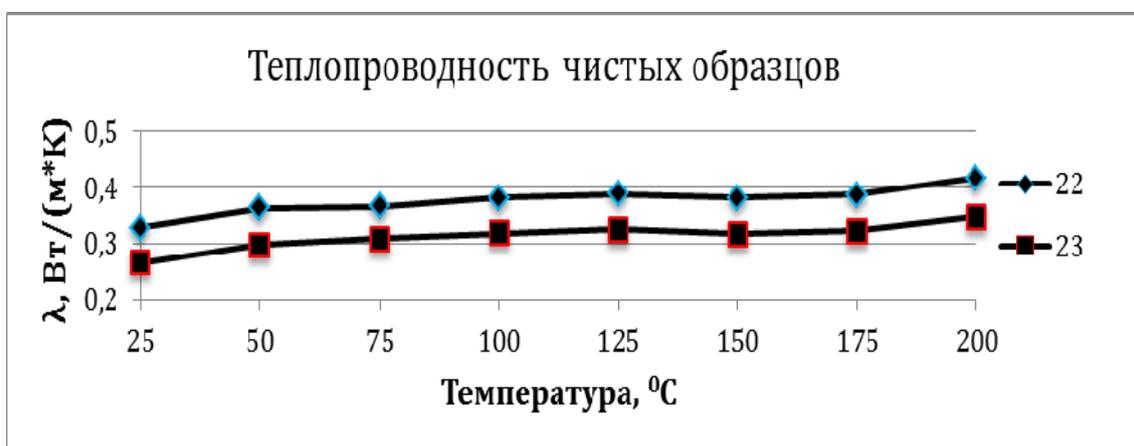


Рис. 5. Зависимость теплопроводности от температуры чистых образцов (№ 22, 23)

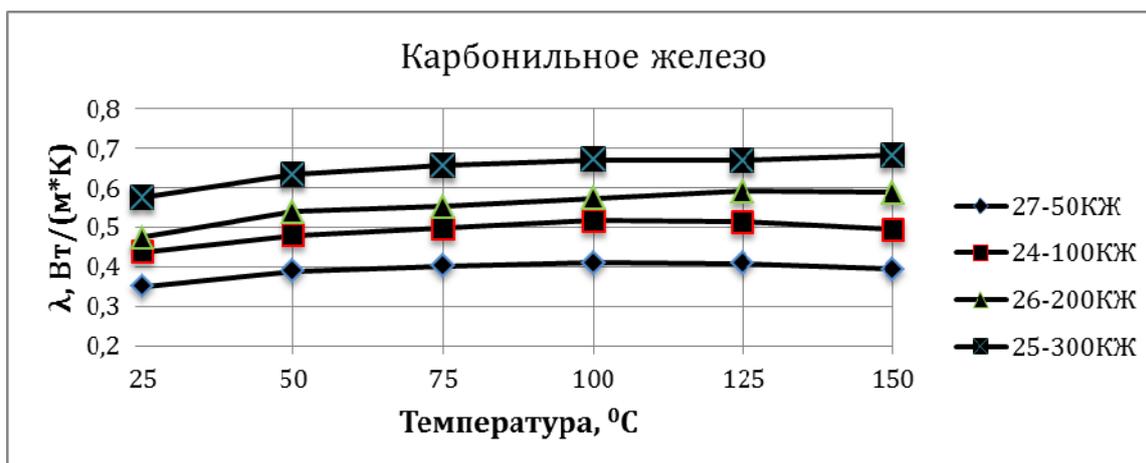


Рис. 6. Зависимость теплопроводности образцов от температуры и концентрации в серии с карбонильным железом

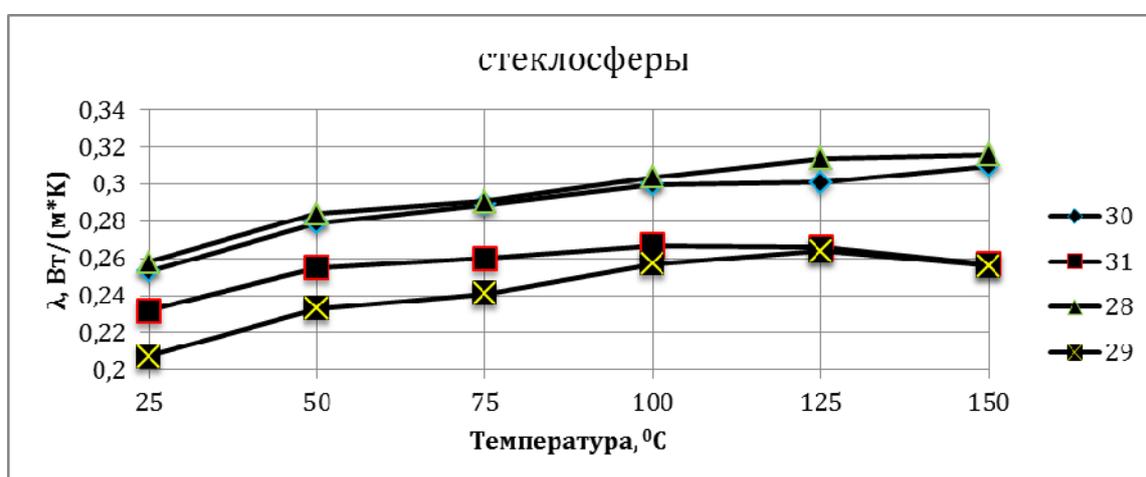


Рис. 7. Зависимость теплопроводности от температуры образцов со стеклосферами

Из рис. 5–7 видно, что теплопроводность всех образцов с ростом температуры возрастает.

Теплопроводность образцов с карбонильным железом значительно увеличивается с увеличением концентрации наполнителя. Это связано с тем, что теплопроводность карбонильного железа значительно больше теплопроводности каучука.

С ростом концентрации стеклосфер теплопроводность образцов изменяется незначительно, так как теплопроводность стеклосфер близка к теплопроводности полимера (каучука). Расхождение между значениями теплопроводности образцов с предельной концентрацией стеклосфер (образцы 29 и 30) не превышает 10 %, что сопоставимо с погрешностью измерений на данной установке [2].

В результате проведенной работы были исследованы теплофизические свойства: теплопроводность и теплоемкость нового типа заливочного компаунда с различными наполнителями, которые находят применение для изготовления маслостойких герметиков и других композиционных материалов.

Литература

1. Долгов О.Н., Воронков М.Г., Гринблат М.П. Кремнийорганические каучуки и материалы на их основе. Л.: Химия, 1975. 112 с.
2. Теплофизические измерения: учеб. пособие / Е.С. Платунов [и др.] / под ред. Е.С. Платунова. СПб.: СПбГУ-НиИТ, 2010. 738 с.

3. Соболевский М.В., Музовская О.А., Попелева Г.С. Свойства и область применения кремнийорганических продуктов / под общ. ред. проф. М.В. Соболевского. М.: Химия, 1975. 296 с.

4. Емелина М.А. Дифференциально сканирующая калориметрия. М.: МГУ, 2009.

РАСЧЕТНАЯ ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗРАБОТОК ИЗДЕЛИЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;

С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены методики выбора и оценки технического уровня «средневзвешенных» значений групп показателей свойств и коэффициентов их весомостей. Приводятся примеры зависимости комплексного показателя технического уровня от обобщенного показателя качества для различных средневзвешенных сверток.

Ключевые слова: комплексный показатель, технический уровень

CALCULATION PROCEDURE THE EVALUATION OF THE TECHNICAL LEVEL OF PRODUCTS FIRE FIGHTING EQUIPMENT

I.L. Skrypnyk; S.V. Voronin.

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

The article considers methods of selection and evaluation of technical level of the «average» values of a group of indicators of the properties and ratios of their weights. Examples of dependence of the complex index of technological level from the generalized indicator of quality for different weighted average bundle

Keywords: composite index, technical level

В зависимости от характера информации о базовых составляющих комплексного показателя технического уровня (КПТУ), вида и тесноты связей между ними, а также этапа жизненного цикла, на котором анализируется изделие, группа математических методов для оценки технического уровня может быть классифицирована математическими методами оценки технического уровня образцов на основе используемой фактографической информации [1, 2]. Известен также подход к оценке технического уровня сложных систем с использованием композиционного проектирования и энтропийного анализа на основе многокритериальных показателей.

Анализ расчетных процедур применительно к разным классам исследуемых изделий показывает, что вряд ли удастся найти из изменяющихся наиболее универсальный математический метод, позволяющий с заданной точностью выполнить оценку технического уровня (ТУ) [3].

Следовательно, необходим комплексный подход с учетом особенностей, присущих как самому исследуемому изделию, так и рассматриваемому классу изделий пожарной техники.

Выбор способа расчета КПТУ требует анализа условий реализуемой процедуры комплексирования базовых составляющих [4].

Анализ работ по обоснованию реализуемости комплексирования аналитико-оценочных заданий при разработке обобщенной модели оценки ТУ изделий пожарной техники

показывает, что отсутствие методического аппарата по систематизации знаний об изделиях, предполагаемых к разработке, достигаемых и прогнозируемых значениях тактико-технических характеристик, а также не всесторонний учет новизны используемых научно-технических решений разработчиком приводит к ряду негативных последствий. Эти причины определяют необходимость дальнейшего развития методического аппарата оценки реализуемости как средства повышения обоснованности принятия решений при разработке обобщенной модели оценки ТУ изделий пожарной техники. Под оценкой реализуемости принципа комплексирования аналитико-оценочных задач подразумевается выбор базовых составляющих для оценки ТУ изделий пожарной техники, аналитическое и графическое представление КПТУ, сравнение их с лучшими мировыми аналогами и выдача рекомендаций лицу, принимающему решение (ЛПР).

При этом если ситуации, требующие принятия решения, содержат большое количество неопределенностей, то их принято разделять на три класса и использовать теорию нечетких множеств. Несмотря на известную аналогию с вероятностными моделями, существенное отличие состоит в том, что неопределенность связана не со случайностью, а с имеющимися неточностями и размытостями. Главное преимущество концепции нечетких множеств состоит в том, что нет необходимости в точной математической формулировке задачи.

Существующие методики оценки ТУ предполагают суммирование или умножение «средневзвешенных» значений групп показателей свойств и коэффициентов их весомостей, которое должно проводиться в соответствии с правилами теории размерностей. Удобнее комплексировать безразмерные показатели. Поэтому часто от абсолютных значений единичных показателей переходят к относительным, например, по следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} K_i/K_{in} &= K_{iотн} \quad (\text{при } K_i < K_{in}); \\ K_{in}/K_i &= K_{iотн} \quad (\text{при } K_i > K_{in}), \end{aligned}$$

где K_i – значение i базовой составляющей ТУ рассматриваемого образца; K_{in} – значение i базовой составляющей ТУ гипотетического образца, имеющего ту же размерность и K_i .

В настоящее время самыми распространенными средневзвешенными оценками являются [5]:

– средневзвешенное арифметическое:

$$КПТУ = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \alpha_i,$$

где α_i – коэффициент весомости i базовой составляющей; n – количество базовых составляющих;

– средневзвешенное геометрическое:

$$КПТУ = \prod_{i=1}^n K_i^{\alpha_i};$$

– средневзвешенное гармоническое:

$$КПТУ = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{K_i}}; \quad (1)$$

– средневзвешенное квадратическое:

$$КПТУ = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \cdot \alpha_i}.$$

Для выбора конкретного вида средневзвешенной оценки целесообразно использовать один из признаков – чувствительность к изменению каждой базовой составляющей КПТУ. Если предположить, что базовые составляющие имеют одинаковое значение, при условии, что все они отнормированы от 0 до 1 и разные коэффициенты весомости, то вид

средневзвешенного не имеет значения. Пример расчета приведен в табл. 1. Если же базовые составляющие имеют разные значения, то от $x=0$ до $x=1,0$, ККТУ, рассчитанный по средневзвешенной геометрической, имеет меньшее отклонение от среднего значения (табл. 2, рис. 1). При этом под x понимается среднеарифметическое численных значений базовых составляющих, которое находится по формуле:

$$x = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 K_i$$

Таблица 1

Базовые характеристики	Варианты исходных данных			Коэффициенты весомости α_i
	0,3	0,5	0,7	
Обобщенный показатель качества	0,3	0,5	0,7	0,3
Показатель функциональной организованности	0,3	0,5	0,7	0,1
Показатель конструктивной организованности	0,3	0,5	0,7	0,15
Показатель новизны технических решений	0,3	0,5	0,7	0,1
Показатель приспособленности образца к технологии производства	0,3	0,5	0,7	0,15
Показатель надежности	0,3	0,5	0,7	0,2
Вид свертки	ККТУ			
Арифметическая	0,3	0,5	0,7	—
Геометрическая	0,3	0,5	0,7	—
Гармоническая	0,3	0,5	0,7	—
Квадратичная	0,3	0,5	0,7	—

Таблица 2

Базовые характеристики	X	0,2	0,4	0,6					0,8				Коэффициенты весомости
				Y	0,14	0,19	0,25	0,27	0,39	0,34	0,48	0,14	
Обобщенный показатель качества (ОПК)		0,34	0,65	0,9	0,85	1	0,84	0,91	0,95	0,93	1	0,95	0,3
Функциональная организованность		0,13	0,23	0,42	0,52	0,32	0,48	0,35	0,84	0,84	1	0,92	0,1
Конструктивная организованность		0,3	0,2	0,86	0,94	0,9	1	0,73	0,62	0,8	0,98	0,98	0,15
Новизна технических решений (ТР)		0,5	0,55	0,39	0,38	0,43	0,51	0,48	0,94	0,95	0,96	0,1	0,1
Показатель технологичности		0,08	0,42	0,65	0,51	0,52	0,45	0,19	0,88	0,95	0,25	0,9	0,15
Показатель надежности		0,1	0,35	0,48	0,42	0,45	0,32	0,95	0,56	0,34	0,6	0,95	0,2
Вид свертки		ККТУ											
Арифметическая		0,24	0,44	0,67	0,65	0,68	0,63	0,68	0,80	0,79	0,80	0,86	—
Геометрическая		0,20	0,40	0,64	0,61	0,62	0,58	0,60	0,78	0,74	0,73	0,75	
Гармоническая		0,16	0,36	0,61	0,58	0,57	0,53	0,49	0,76	0,68	0,63	0,51	
Квадратичная		0,28	0,47	0,70	0,68	0,73	0,68	0,74	0,82	0,82	0,85	0,90	
Среднее значение ККТУ		0,22	0,42	0,66	0,63	0,65	0,61	0,63	0,79	0,76	0,75	0,75	

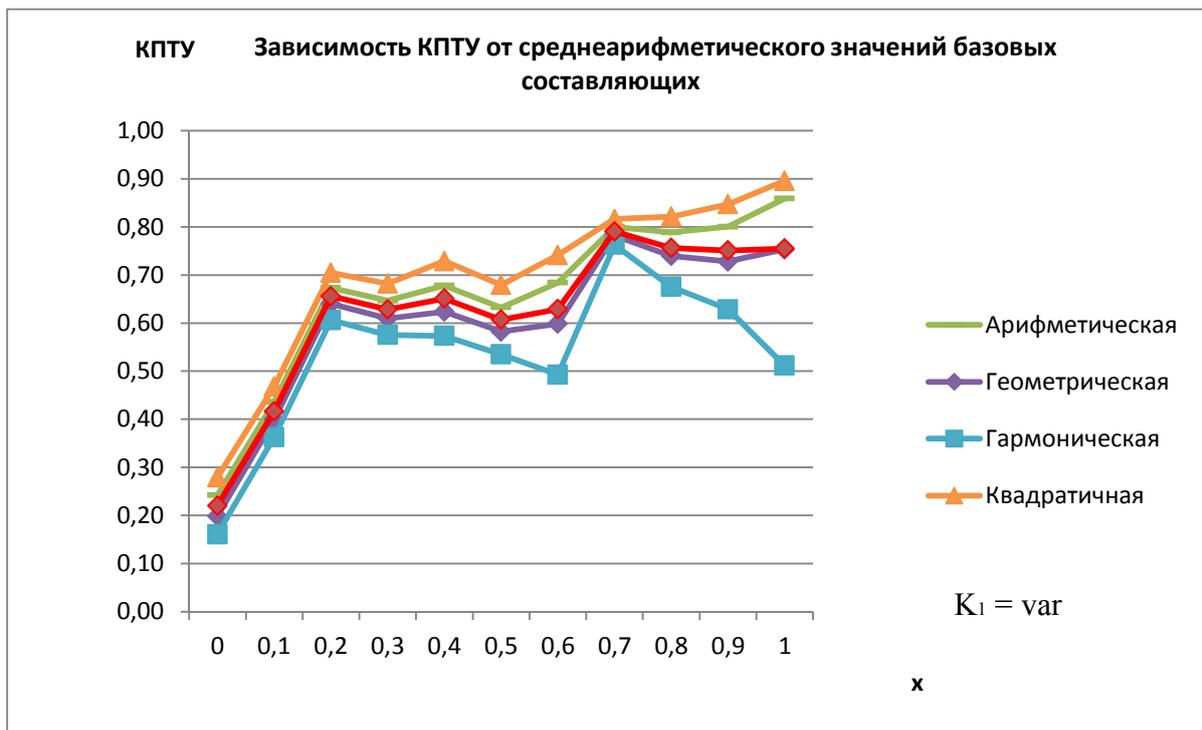


Рис. 1. Зависимость КПТУ от x

Зависимость КПТУ от y показана на рис. 2 для x=0,6 и рис. 3 для x=0,8, где y находится как сумма квадратов отклонений значений базовых составляющих КПТУ и его среднеарифметического и рассчитывается по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^6 (x - K_i)^2.$$

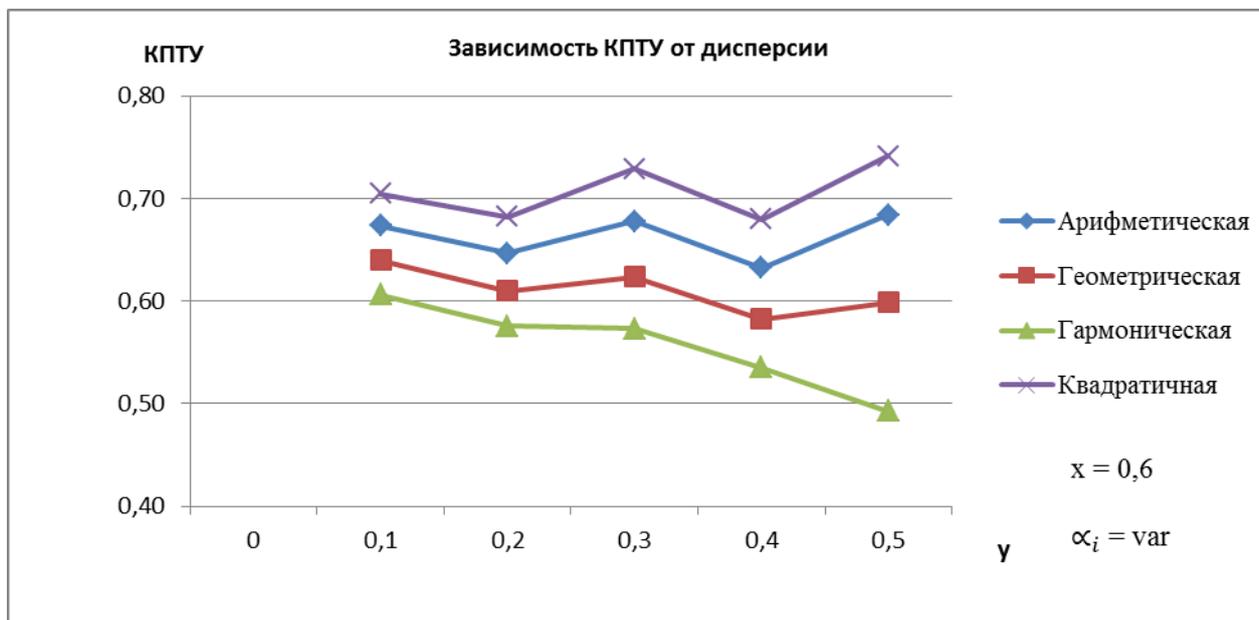


Рис. 2. Зависимость КПТУ от y

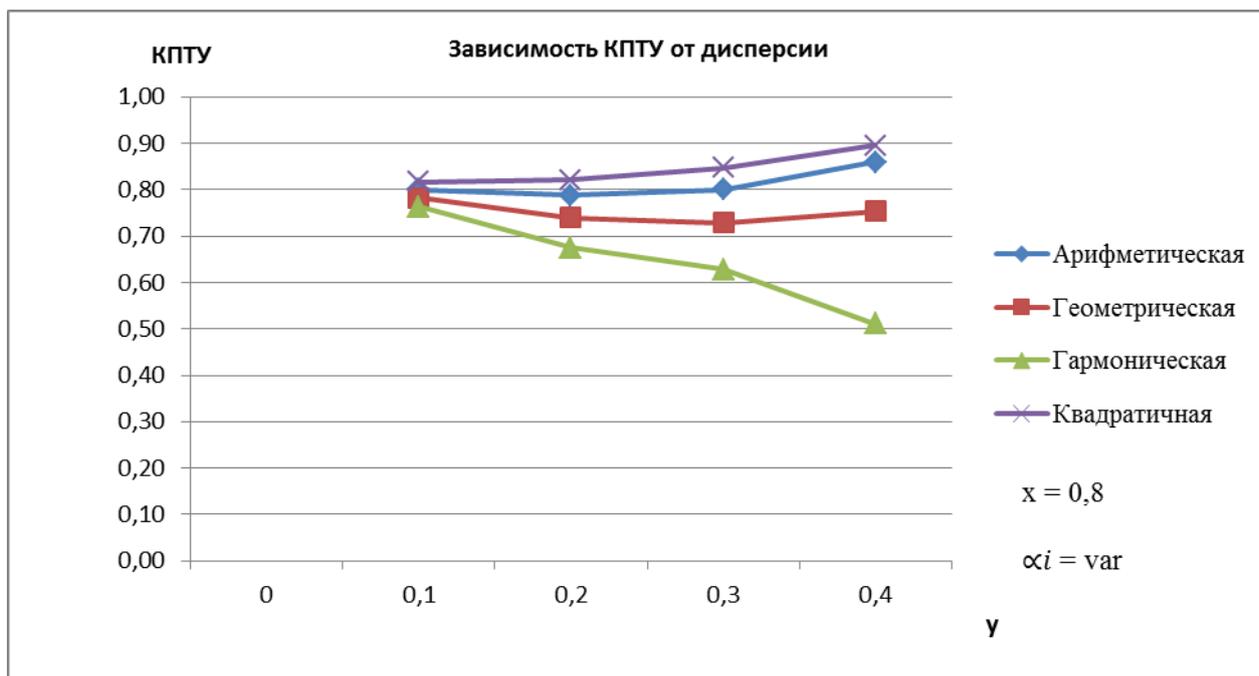


Рис. 3. Зависимость КПТУ от y

Зависимость КПТУ от изменения одной из базовых составляющих, например ОПК, показана на рис. 4 (табл. 3), рис. 5 (табл. 4), рис. 6 (табл. 5), рис. 7 (табл. 6) при различных комбинаторных значениях базовых составляющих и их коэффициентов весомостей.

Таблица 3

Базовые характеристики	Значения базовых характеристик при постоянном коэффициенте весомости, равным									
	0,16									
ОПК	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Функциональная организованность	0,7									
Конструктивная организованность	0,7									
Новизна ТР	0,7									
Показатель технологичности	0,7									
Показатель надежности	0,7									
Вид свертки	КПТУ									
Арифметическая	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	
Геометрическая	0,52	0,58	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	
Гармоническая	0,36	0,51	0,60	0,65	0,68	0,71	0,73	0,74	0,76	
Квадратическая	0,63	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72	

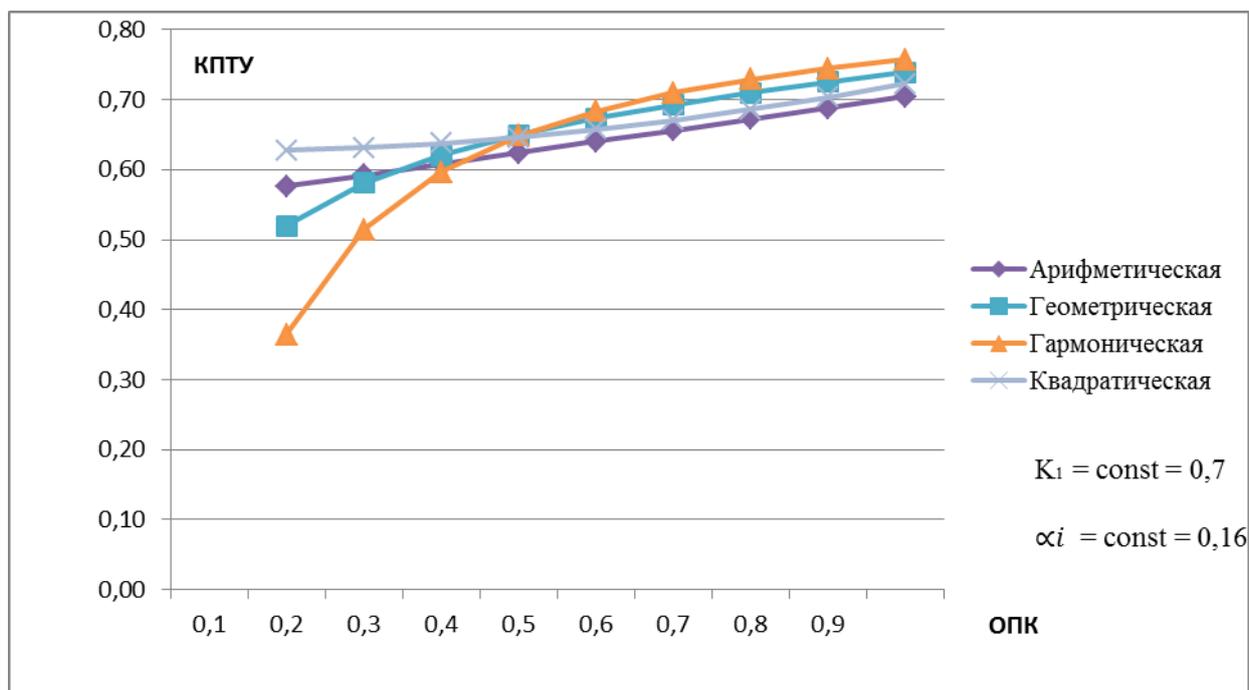


Рис. 4. Зависимость КПУ от ОК для различных средневзвешенных свертки

Таблица 4

Базовые характеристики	Значения базовых характеристик при разных коэффициентах весомости									Коэффициент весомости
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
ОК										0,3
Функциональная организованность	0,7									0,1
Конструктивная организованность	0,7									0,15
Новизна ТР	0,7									0,1
Показатель технологичности	0,7									0,15
Показатель надежности	0,7									0,2
Вид свертки	КПУ									
Арифметическая	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	
Геометрическая	0,39	0,48	0,54	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	
Гармоническая	0,25	0,4	0,5	0,57	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	
Квадратическая	0,59	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,77	

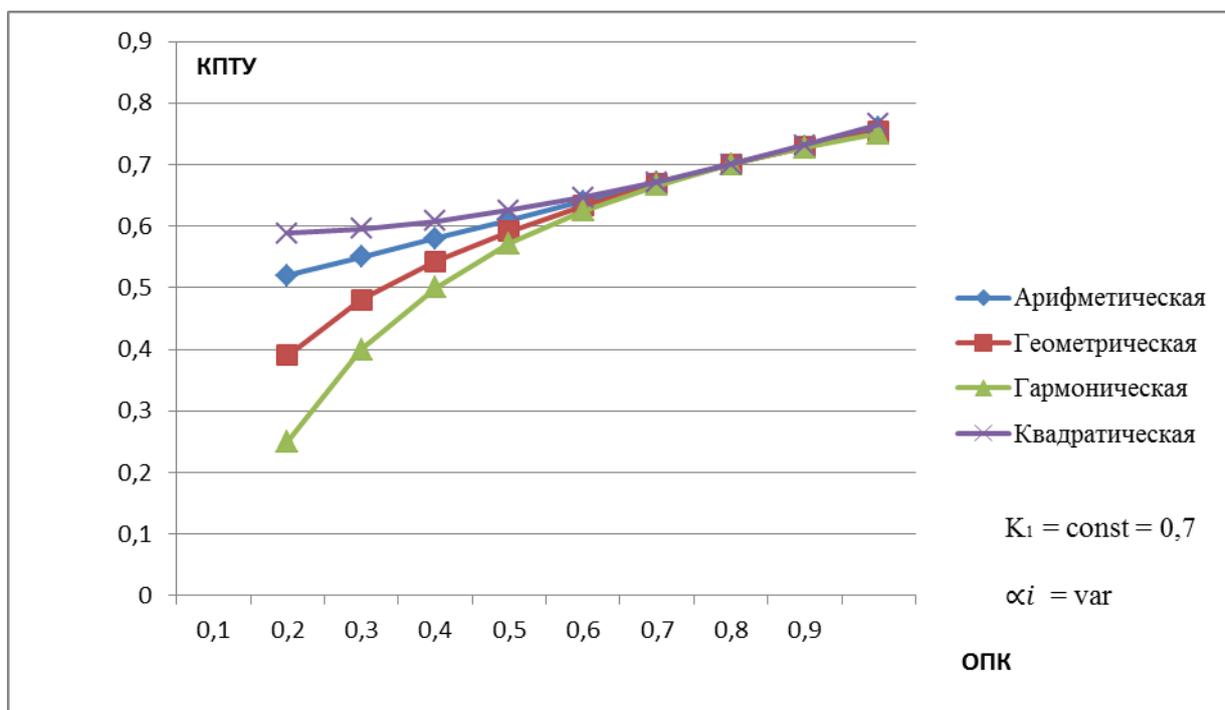


Рис. 5. Зависимость КПТУ от ОПК для различных средневзвешенных свертки

Таблица 5

Базовые характеристики	Значения базовых характеристик при постоянном коэффициенте весомости									
	0,16									
ОПК	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Функциональная организованность	0,4									
Конструктивная организованность	0,65									
Новизна ТР	0,7									
Показатель технологичности	0,75									
Показатель надежности	0,7									
Вид свертки	КПТУ									
Арифметическая	0,53	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	
Геометрическая	0,48	0,53	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	
Гармоническая	0,34	0,47	0,54	0,58	0,61	0,63	0,65	0,66	0,67	
Квадратическая	0,58	0,59	0,60	0,60	0,62	0,63	0,65	0,67	0,69	

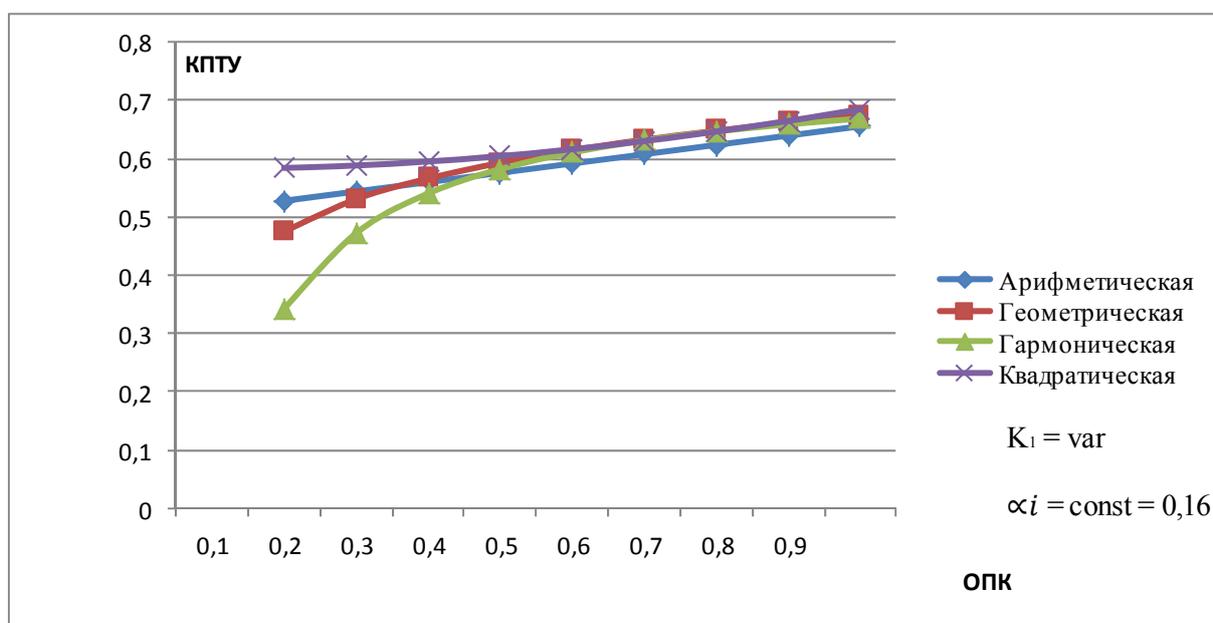


Рис. 6. Зависимость КПТУ от ОПК для различных средневзвешенных свертки

Наиболее средние значения дает средневзвешенная геометрическая свертка в диапазоне изменения среднеарифметического значения (x) от 0 до 1,0.

Таблица 6

Базовые характеристики	Значения базовых характеристик при разных коэффициентах весомости									Коэффициент весомости
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
ОПК	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,3
Функциональная организованность	0,4									0,1
Конструктивная организованность	0,65									0,15
Новизна ТР	0,7									0,1
Показатель технологичности	0,75									0,15
Показатель надежности	0,7									0,2
Вид свертки	КПТУ									
Арифметическая	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,7	0,73	-
Геометрическая	0,37	0,45	0,51	0,56	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	
Гармоническая	0,24	0,38	0,47	0,54	0,59	0,62	0,65	0,67	0,69	
Квадратическая	0,56	0,57	0,58	0,60	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74	

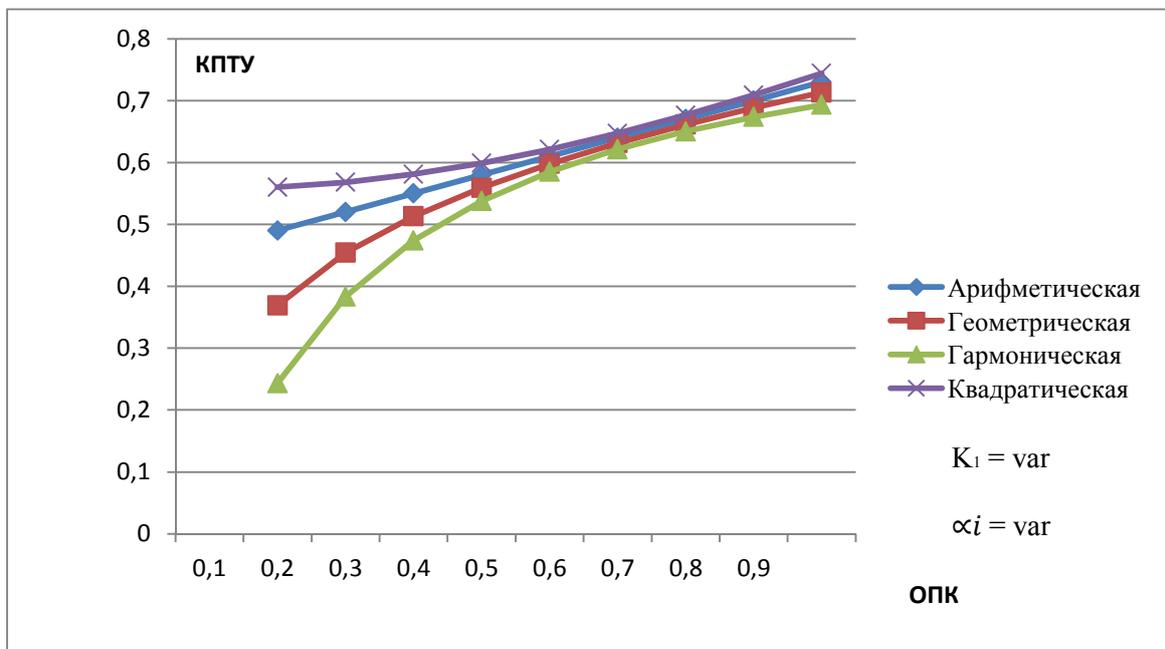


Рис. 7. Зависимость КПТУ от ОПК для различных средневзвешенных сверток

Таким образом, исходя из вышеизложенного, следует вывод:

1) Если базовые составляющие имеют одинаковое значение, то при любых коэффициентах весомости вид средневзвешенного не играет определяющей роли.

2) При различных комбинаторных составляющих численных значений базовых составляющих и их коэффициентов весомостей наиболее чувствительной является средневзвешенная гармоническая свертка.

3) Для ЛПР при оценке опытных образцов на конкурсной основе неприемлемы средневзвешенные геометрическая и арифметическая свертки, так как численное значение КПТУ, рассчитанное по этим сверткам, будет усредняться, разница вырождается в «белый шум» [6]. Поэтому наиболее приемлемой является средневзвешенная гармоническая, так как она дает ЛПР наиболее объективную и достоверную оценку.

4) В последнее время разрабатываются методы оценки опытных образцов с попыткой ухода в обобщенной формуле от коэффициентов весомостей. В данном случае предполагается, что:

– условия нормирования коэффициентов весомостей:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 = 1; \quad (2)$$

– условия экстремума глобального критерия КПТУ:

$$\forall b = \overline{1, k}, b \neq i, \text{ КПТУ}_i = F(K_{if}) < \text{КПТУ}_b = F(K_{bf}), j = \overline{1, n} \quad , \quad (3)$$

где k – количество разработок.

При меньшей потере ТУ, то есть при меньшем КПТУ, выбираемое изделие находится ближе к идеализированному (гипотетическому).

Тогда в соответствии с методом «идеального центра» КПТУ может быть рассчитан как:

$$\text{КПТУ} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_i - K_i^*)^2},$$

где K_i^* – значение i базовой составляющей КПТУ идеального изделия.

По минимальному значению КПТУ предлагается выбирать лучшее изделие.

В результате проведенных исследований (табл. 7) видно, что КПТУ, рассчитанный по методу «идеального центра», имеет более чувствительные результаты для оценки опытных образцов ЛПР. К тому же в данном подходе нет необходимости вводить значение коэффициентов весомостей.

Таким образом, если необходимо из группы представленных на конкурс изделий выбрать лучшее, то можно воспользоваться методом «идеального центра» для получения численного значения КПТУ с учетом допущений (2, 3), а так же его графического представления или средневзвешенной гармонической, рассчитываемой по соотношению (1) [7, 8].

Таблица 7

Базовые характеристики	Варианты исходных данных			Коэффициенты весомости α_i
Обобщенный показатель качества	0,7	0,75	0,7	0,3
Показатель функциональной организованности	0,3	0,2	0,35	0,1
Показатель конструктивной организованности	0,4	0,35	0,3	0,1
Показатель новизны ТР	0,3	0,4	0,35	0,15
Показатель приспособленности образца к технологии производства	0,6	0,55	0,6	0,15
Показатель надежности	0,75	0,75	0,65	0,2
Метод расчета КПТУ	КПТУ			
«Идеальный центр»	0,3	0,5	0,7	–
Гармоническая свертка при постоянном коэффициенте весомости $\alpha_i=0,16$	0,3	0,5	0,7	–
Гармоническая свертка при переменном коэффициенте весомости α_i	0,3	0,5	0,7	–

Литература

1. Гмошинский В.Г., Флиорент Г.И. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М.: Наука, 1973. 304 с.
2. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчет вероятности возникновения пожара от электрического изделия // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 1 (41). С. 50–59.
3. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Проблемы повышения технического уровня образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 231–233.
4. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Подходы к процессу поиска и принятия решения при создании современных образцов пожарной техники // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития: сб. статей и докладов науч.-практ. конф. СПб.: Воен. ин-т (инж.-техн.), 2017. С. 218–222.
5. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. М.: Радио и связь, 1982. 184 с.
6. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Совершенствование организационного механизма управления разработкой образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 222–224.
7. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Современные подходы повышения эффективности разработок образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов:

сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спасат. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 224–226.

8. Скрипник И.Л., Воронин С.В. К вопросу о современном состоянии теории проектирования новых образцов пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 218–220.

МЕХАНИКА КОЛЕБАНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЯХ

Н.А. Мороз, кандидат технических наук;

А.В. Широухов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены колебания упруго закрепленного материального объекта. Полученная динамическая система объекта рассматривается как эквивалентная колебательная система. Данный подход позволяет описать процесс колебаний и возникающие при этом динамические нагрузки на основе систем дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: колебательная система, подрессоренная масса, дифференциальное уравнение колебаний, коэффициент упругого сопротивления

MECHANICS OF OSCILLATIONS IN DIFFERENTIAL EQUATIONS

N.A. Moroz; A.V. Shiroukhov.

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

The article describes the oscillations of the elastically mounted material object. The obtained dynamic system of the object is considered as an equivalent oscillating system. This approach allows describing the process fluctuations and the resulting dynamic loads are the basis of systems of differential equations.

Keywords: vibrating system, sprung mass, differential equation, coefficient of elastic resistance

Зачастую для описания условий работы тех или иных приборов или агрегатов необходимо точно определить степень и характер динамических воздействий, вызванных внешними возмущениями, которые принято называть вынужденными колебаниями. В данном случае удобно рассматривать исследуемый объект как упруго закрепленную материальную точку, обладающую некоторой массой, таким образом происходит переход к мономассовой колебательной системе. Как правило, объект жестко устанавливается на упруго закрепленную платформу, которая через элементы виброзащиты крепится к раме (рис.). Внешние возмущения, инициирующие колебательные процессы, воздействуют на раму. Колебательные процессы, возникающие в данной системе, носят сложный характер, для описания которых целесообразно использовать уравнения движения механической системы в обобщенных координатах [1]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_l} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_l} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_l} - \frac{\partial R}{\partial \dot{q}_l}$$

где T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы; R – диссипативная функция, характеризующая рассеивание энергии при действии сил неупругих сопротивлений; q_i – обобщенная координата.

Будем полагать, что элементы упругого закрепления объекта имеют четырехопорную схему. Такая система наиболее целесообразна с точки зрения ее конструктивного решения и компоновки на агрегате (рис.).

В данном случае поперечными колебаниями пренебрегать нельзя, так как продольные и поперечные размеры объекта становятся соизмеримы, что приводит к необходимости рассматривать полученные колебания в двух взаимно перпендикулярных плоскостях – продольной и поперечной. Так как колебания во взаимно перпендикулярных плоскостях про базовых режимах возмущений мало коррелируемы, что было показано в проведенных исследованиях [2], то рассматриваться данные колебания будут независимо друг от друга, то есть описываться они будут двумя самостоятельными системами уравнений.

Колебательную систему объекта целесообразно рассматривать через изменения обобщенных координат центра масс объекта. В качестве обобщенных координат целесообразно выбрать поступательное перемещение центра масс z_i и угловые колебания α_i в плоскости вокруг поперечной оси рамы. Обобщенные координаты, характеризующие положение подрессоренных масс, приходящихся на n опору объекта, при вертикальных колебаниях могут быть определены в различных системах координат.

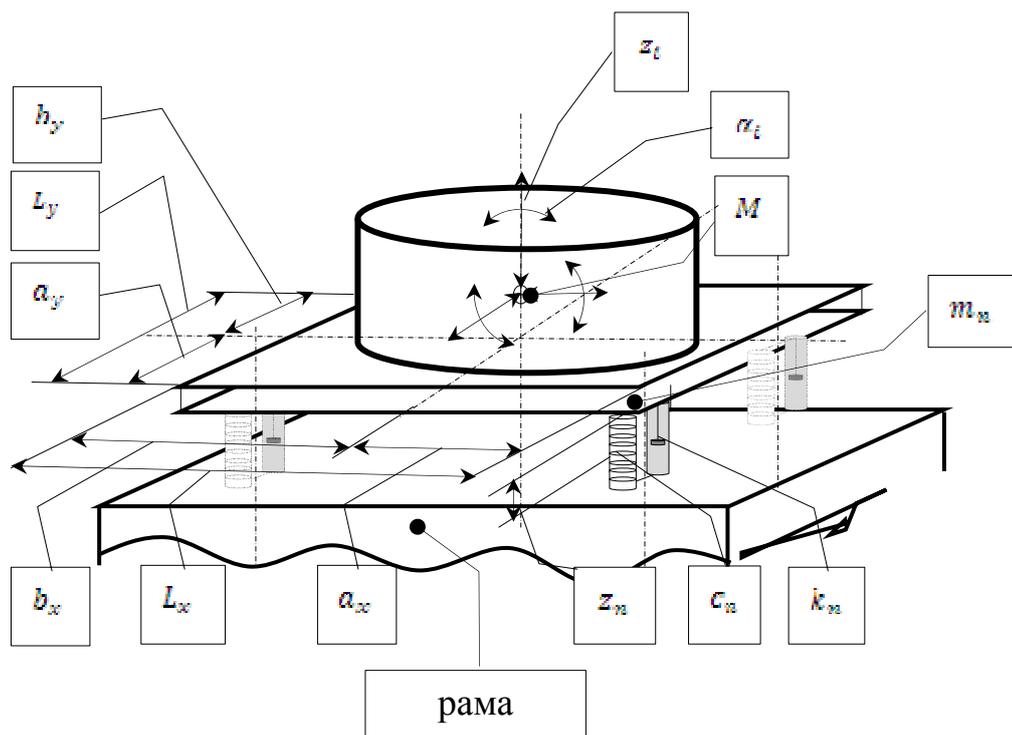


Рис. Колебательная система эквивалентная упруго закрепленному объекту:
 M – подрессоренная масса объекта; L_x, L_y – поперечная и продольная база платформы;
 a_x, a_y, b_x, b_y – расстояние от проекции центра масс объекта до проекции опоры на поперечную и продольную оси; z_i – перемещения центра тяжести объекта;
 z_n – перемещения приходящейся на n опору объекта; α_i – углы колебаний рамы объекта;
 k_n – коэффициенты сопротивления n опоры объекта; c_n – жесткостная характеристика n опоры объекта; m_n – масса объекта, приходящаяся на n опору

Рассмотрим две системы обобщенных координат (рис.). В первой системе координат колебания описываются через перемещения (z_n) подрессоренных масс, приходящиеся на n опору, во второй системе координат – через перемещения центра тяжести объекта (z_i) и угловые колебания вертикальной оси объекта (α_i).

Между координатными системами z_n и z_i, α_i существует связь:

$$z_i = \frac{ax_2 + bz_1}{L}; \quad \alpha_i = \frac{x_2 - x_1}{L}. \quad (1)$$

Выражения (1) позволяют переходить от одной системы координат к другой. Используя первую систему координат, можно получить систему уравнений, определяющих линейные колебания объекта, при этом вторая система позволяет исследовать его угловые колебания [2].

Для составления дифференциального уравнения движения объекта для колебательной системы, представленной на рисунке, примем ряд ограничений: объект движется прямолинейно и равномерно, амплитуда колебаний объекта относительно мала, характеристики всех элементов опор линейны (c_n, k_n – постоянны).

Воспользуемся уравнением движения механической системы в обобщенных координатах (1), где выражения для кинетической T , потенциальной Π энергий и диссипативной функции R применительно к рассматриваемой динамической системе с пассивным упругим элементами могут быть записаны в общем виде следующим образом.

Кинетическая энергия системы является однородной квадратичной функцией обобщенных скоростей:

$$2T = M(\dot{z}_i^2 + (\rho\dot{\alpha}_i)^2),$$

где ρ – радиус инерции подрессоренной массы относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести подрессоренных частей объекта.

Чтобы выразить кинетическую энергию через первую систему обобщенных координат, заменим переменные z_i и α_i с учетом выражений (1).

Тогда получим:

$$2T = M_1\dot{z}_1^2 + M_2\dot{z}_2^2 + 2M\dot{z}_1\dot{z}_2,$$

где приведенные массы:

$$M_1 = M \frac{a^2 + \rho^2}{L^2}; \quad M_2 = M \frac{b^2 + \rho^2}{L^2}; \quad M_3 = M \frac{ab - \rho^2}{L^2}. \quad (2)$$

Выражение для потенциальной энергии будет иметь вид:

$$2\Pi = c_1 z_1^2 + c_2 z_2^2 + c_3 z_3^2 + c_4 z_4^2,$$

при условии $c_n = const$, уравнение примет вид:

$$2\Pi = nc_1(z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + z_4^2), \quad (3)$$

где n – количество опор объекта.

Диссипативная функция может быть выражена следующим образом:

при условии $k_n = const$ уравнение примет вид:

$$2R = nk_1(\dot{z}_1^2 + \dot{z}_2^2 + \dot{z}_3^2 + \dot{z}_4^2), \quad (4)$$

где n – количество опор объекта.

В зависимостях (2–4) обозначения приняты в соответствии с рисунком.

Подставляя выражения для T , Π , R в уравнение движения механической системы в обобщенных координатах (1), получим дифференциальные уравнения, описывающие колебания объекта:

$$\begin{aligned} M_1 \ddot{z}_1 + 2k_1 \dot{z}_1 + 2c_1 z_1 + M_3 \ddot{z}_1 &= 0; \\ M_2 \ddot{z}_2 + 2k_2 \dot{z}_2 + 2c_2 z_2 + M_3 \ddot{z}_2 &= 0; \\ -2k_1 \dot{z}_1 - 2c_1 z_1 &= 0; \\ -2k_2 \dot{z}_2 - 2c_2 z_2 &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Система дифференциальных уравнений (5) описывает колебания объекта в продольной вертикальной плоскости по линейным координатам, в которой индексы 1 и 2 соответствуют значениям характеристик нескольких опор (как правило – двух) совпадающих в проекциях на продольную плоскость, соответственно.

Чтобы получить уравнения колебаний для второй системы координат, следует перейти в выражениях для Π и R от координат z_1 и z_2 к координатам z_t и α_t в соответствии с зависимостями:

$$z_1 = z_t - a\alpha_t, \quad z_2 = z_t + b\alpha_t.$$

При этом вместо системы уравнений (5) получим:

$$\begin{aligned} M \ddot{z}_t + 2(k_1 + k_2) \dot{z}_t + 2(c_1 + c_2) z_t - 2(k_1 a - k_2 b) \dot{\alpha}_t - 2(c_1 a + c_2 b) \alpha_t &= 0; \\ M \rho \ddot{\alpha}_t + 2(k_1 a^2 + k_2 b^2) \dot{\alpha}_t + 2(c_1 a^2 + c_2 b^2) \alpha_t - 2(k_1 a - k_2 b) \dot{z}_t - 2(c_1 a + c_2 b) z_t &= 0; \\ -2k_1 \dot{z}_t - 2c_1 z_t + 2k_1 a \dot{\alpha}_t + 2c_1 a \alpha_t &= 0; \\ -2k_2 \dot{z}_t - 2c_2 z_t + 2k_2 b \dot{\alpha}_t + 2c_2 b \alpha_t &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Учитывая допущения, сделанные ранее для опор с одинаковыми характеристиками, получаем:

$$\begin{aligned} M \ddot{z}_t + 4k_n \dot{z}_t + 4c_n z_t - 2k_n (a - b) \dot{\alpha}_t - 2c_n (a + b) \alpha_t &= 0; \\ M \rho \ddot{\alpha}_t + 4k_n (a^2 + b^2) \dot{\alpha}_t + 2c_n (a^2 + b^2) \alpha_t - 2k_n (a - b) \dot{z}_t - 2c_n (a + b) z_t &= 0; \\ -2k_n \dot{z}_t - 2c_n z_t + 2k_n a \dot{\alpha}_t + 2c_n a \alpha_t &= 0; \\ -2k_n \dot{z}_t - 2c_n z_t + 2k_n b \dot{\alpha}_t + 2c_n b \alpha_t &= 0. \end{aligned}$$

Таким образом, анализ динамических нагрузок, действующих на объект при возникновении колебательных процессов, может производиться на основе систем дифференциальных уравнений вида (1), (5) и (6). Системы дифференциальных уравнений, полученные на основе уравнения движения механической системы в обобщенных координатах, позволяют исследовать динамические нагрузки различных типов объектов, смонтированных на упруго закрепленной платформе.

На основе дифференциальных уравнений могут быть получены аналитические методики исследования динамических нагрузок объекта с допустимыми погрешностями, которые могут использоваться на стадиях анализа различных конструктивных вариантов разрабатываемых виброзащитных систем, а так же для прогнозирования надежности тех или иных механических систем в условиях воздействия динамических колебательных нагрузок.

Литература

1. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. М.: Машиностроение, 1972.
2. Иванов К.С., Грачев Е.В. Анализ динамических нагрузок, действующих на пожарные автомобили при движении по дорогам: учеб. пособие. С.-Петерб.: СПб ин-т ГПС МЧС России, 2005. 37 с.



ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВОЕННОМ (ВОЕНИЗИРОВАННОМ) ВУЗЕ

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

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

Рассмотрены основные функции, которые выполняют проверку и оценку знаний, умений и навыков в учебном процессе; основные принципы проверки и оценки, на которые следует ориентироваться преподавателю; виды контроля; планирование мероприятий по проверке и оценке знаний; формы и методы контроля; аспекты критерия объективности в контроле.

Ключевые слова: образование, контроль, проверка, знания, умения, навыки

THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASES MONITORING OF STUDENTS KNOWLEDGE IN THE TECHNICAL MILITARY (PARAMILITARY) UNIVERSITY

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

The main functions, which performs inspection and assessment of knowledge and skills in teaching; the basic principles of Pro-inspection and evaluation that should guide the teacher; types of control; planning for validation and evaluation of knowledge; forms and methods of control; aspects of objective criteria in the control.

Keywords: education, monitoring, evaluation, knowledge, skills

Среди основных задач педагогического процесса в военном вузе выделяется целенаправленное формирование будущего офицера как гражданина, глубоко преданного своему Отечеству, обладающего высокими нравственными и профессионально значимыми качествами, сознательно и безупречно выполняющего требования военной присяги и воинских уставов, мастерски владеющего боевой техникой и оружием, готового отдать все силы, а если потребуется, то и жизнь для защиты Родины; воспитание у него гражданственности,

трудолюбия, уважения к правам и свободам человека, любви к окружающей природе, своей семье; обеспечение выпускника вуза системой знаний, навыков и умений, позволяющих ему успешно решать профессиональные задачи любой сложности в условиях мирного и военного времени; создание благоприятной обстановки для целенаправленного развития его духовных сил, интеллектуальных и физических качеств; выработка у будущего офицера эмоционально-волевой устойчивости, психологической готовности к преодолению трудностей военной службы, к действиям в обстановке современного боя и др.

Одним из важнейших направлений повышения качества и эффективности педагогического процесса в военном вузе является его интенсификация на основе правильного сочетания традиционных и инновационных подходов. Это достигается путем конкретной постановки учебно-воспитательных задач; рационального планирования учебной и воспитательной работы; тщательного отбора содержания учебного материала; эффективного использования учебного и внеучебного времени; применения современных технологий обучения и методик воспитания; обеспечения четкости и высокой организованности в работе; постоянного поиска и внедрения достижений научно-технического прогресса [1].

В процессе обучения наиболее важным представляется переход от репродуктивного обучения, то есть передачи «готовых знаний», к компетентностному обучению, цель которого – формирование профессионально значимых умений и навыков обучающихся, так называемых компетенций, и, как следствие, – разработка новых информационных технологий преподавания, создание объективной и эффективной системы контроля качества получаемого образования, соответствующей международным стандартам.

Именно качество образования является главным критерием оценки деятельности учебного заведения. Достижение этой цели – высокого качества образования – немыслимо без организации эффективного контроля знаний, умений, навыков.

Контроль знаний обучающихся несет многообразную дидактическую нагрузку. Можно выделить следующие основные функции [2–7], которые выполняет проверка и оценка знаний, умений и навыков в учебном процессе:

– проверочная (аттестационная) функция. Показатели контроля служат главным основанием для анализа результатов учения. Данные контроля констатируют не только результаты и оценку деятельности отдельных обучающихся и преподавателей, но и состояние учебно-воспитательной работы всего образовательного процесса.

– ориентирующая – функция коррекции хода обучения по итогам контроля. Информация, полученная по каналу обратной связи, должна быть переработана, и в учебный процесс должны быть внесены корректирующие и совершенствующие воздействия. Это происходит лишь в том случае, когда преподаватель не только выставляет отметку, но и содержательно характеризует результаты ответа обучающегося или выполнения им контрольного задания. Констатировав определенный уровень знаний обучающихся, преподавателем может быть оказана помощь в виде советов, рекомендаций, консультаций, проявлено отношение к стараниям и успехам.

1. Стимулирующая. Проверка и оценка являются необходимым стимулом к изучению учебного материала. Поэтому имеют значение критерии и систематичность проведения проверочных процедур. Критерии, которые использует преподаватель на экзамене или контрольной работе, определяют «что» и «как» будут учить обучающиеся. Если преподаватель проверяет не только воспроизведение учебного материала, но и его понимание, умение применить соответствующие знания, то обучающийся в своих учебных занятиях будет ориентироваться именно на это.

2. Обучающая – совершенствование проверяемых знаний путем систематизации, обобщения и т.п.; количество и характер заданий должны определяться, исходя из анализа допущенных ошибок и затруднений, выявленных в результате проверки; обучающиеся должны уметь проводить сравнение, сопоставление и классификацию различных явлений, что активизирует их мыслительную деятельность.

3. Воспитательная – формирование у обучающихся ответственности за результаты своего труда, стимулирование работы в полную меру его индивидуальных возможностей. Правильно поставленная проверка и учет способствуют воспитанию у обучающихся таких черт характера, как честность, прилежание, настойчивость, умение преодолевать трудности, трудолюбие, критическое отношение к своей работе, стремление совершенствовать свои знания. Контроль дисциплинирует, воспитывает чувство ответственности за свою работу, стимулирует добросовестное отношение к ней. Грамотное осуществление контроля побуждает обучающихся совершенствовать свои знания и умения, вырабатывает самооценочные суждения.

4. Развивающая функция заключается в том, что контроль дает больше возможности для развития личности обучающегося, его познавательных способностей. Любая форма контроля требует от человека обостренной работы внимания, памяти, мышления, воображения, умения сопоставлять и систематизировать имеющиеся знания.

5. Методическая функция заключается в том, что проверка учит не только обучающегося, но и также преподавателя, позволяя ему увидеть собственные ошибки, выбрать оптимальные варианты обучения.

6. Диагностическая – сопоставление реально достигнутых результатов с запроектированными.

7. Аналитическая – анализ результатов диагностики, выявление пробелов знаний.

8. Коррекционная – выработка и дальнейшее осуществление последовательности действий преподавателя, призванных восполнить выявленные пробелы.

9. Прогностическая – построение прогнозов дальнейшего хода обучения по результатам анализа итогов диагностики.

10. Мотивационная – создание у обучающихся внутренней мотивации успешного освоения данной дисциплины.

11. Информационная – функция обратной связи, которая позволяет преподавателю получать сведения о ходе процесса усвоения у каждого обучающегося. Она составляет одно из важнейших условий успешного протекания процесса усвоения. Обратная связь должна нести сведения не только о правильности или неправильности конечного результата, но и давать возможность осуществлять контроль за ходом процесса, следить за действиями обучаемого.

Эти общие функции для каждой учебной дисциплины конкретизируются через содержание контрольных заданий, критерии оценки, методы организации контроля, методы обработки результатов и пр.

Преподаватель, не располагающий данными текущей проверки, не может правильно руководить процессом обучения и правильно вести преподавание. Проверка знаний, умений и навыков служит средством контроля и должна показать каждому обучающемуся, где и какие у него пробелы, что он усвоил хорошо, а также, какие требования предъявляются к нему.

Основными принципами проверки и оценки, на которые следует ориентироваться преподавателю, являются [6–10]:

1. Объективность. Заключается в необходимости оценивать знания обучающихся независимо от субъективного мнения оценивающего. Различные проверочные процедуры обеспечивают объективность в разной степени: 1) с четко сформулированными заданиями лучше, чем с заданиями общего и неопределенного характера; 2) письменные лучше, чем устные; 3) с четкими критериями правильности ответа лучше, чем с туманно выраженными критериями, 4) проводимые независимыми экспертами лучше, чем одним экзаменатором. Поэтому важная задача преподавателя состоит в том, чтобы, осознавая это, минимизировать влияние своих субъективных установок.

2. Валидность. Заключается в необходимости гарантировать получение достоверной информации о знаниях, умениях и навыках обучающегося. Для этого преподавателю важно быть уверенным в том, что контрольное задание выполнено обучающимся самостоятельно

(без посторонней помощи), что оно характеризует знания именно этого обучающегося. Предотвращение списывания, подсказок и плагиата – серьезная педагогическая проблема.

3. Надежность. Заключается в необходимости гарантировать, что знания обучающегося, получившие определенную оценку, сохраняются у него на длительный срок. Реализация этого принципа наиболее сложна, поскольку процедуры оценки знаний проводятся, как правило, однократно.

4. Дифференцированность. Заключается в необходимости оценивать знания, таким образом, чтобы получаемые обучающимися оценки и отметки дифференцировали их уровень и качество. Степень дифференцированности зависит от ее необходимости и целесообразности. В ряде случаев отметок «зачет-незачет» бывает достаточно, когда оценивается выполнение или невыполнение определенных заданий. В других случаях необходима более дифференцированная система, включающая отметки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Порой возникает необходимость в большей дифференцированности выставляемых отметок. Для этого применяются другие шкалы. В реальной практике (неформально) часто используются отметки 5- (5 с минусом), 4+ (4 с плюсом) и т.д. Возможно, есть смысл придать им официальный статус. Эта мера будет более оправдана психологически, чем введение непривычной 10-балльной шкалы. Следует также обратить внимание на то, что чрезмерная дифференцированность отметок приводит к тому, что экзаменаторы (и курсанты) порой не находят надежных критериев для их различения в практике оценивания.

5. Системность. Заключается в оценке знания обучающихся содержания всех разделов и тем курса, а также всех компонентов учебного материала (эмпирического материала, теорий, понятий, примеров использования понятий, классификаций, закономерностей, применения этих закономерностей на практике, переноса знаний на новые объекты и понятия). Несоблюдение этого принципа приводит к тому, что экзамен превращается в «лотерею». Успешная его сдача приобретает вероятностный характер; тем самым отметка лишается объективности. Для достижения системности необходимо использовать комплексы оценивающих процедур, разные типы формулировки вопросов и постановки проверочных заданий. В результате они могут выявить все основные составляющие знаний, перечисленные выше, охарактеризовать знание как отдельных тем и понятий, так и понимание связи содержания отдельных тем друг с другом.

6. Систематичность (или регулярность). Заключается в необходимости проводить оценочные процедуры регулярно и периодически в ходе изучения курса. Это обеспечивает стимулирование регулярной самостоятельной учебной деятельности и систематическое накопление знаний по дисциплине. Целесообразно проводить проверочные работы после изучения каждой очередной темы, завершения раздела программы, а также в конце всего курса. Так можно преодолеть старый недостаток вузовской системы обучения «от сессии до сессии...».

Систематическая проверка знаний и умений имеет большое воспитательное значение, так как дисциплинирует обучающихся, воспитывает у них волю и характер, настойчивость и упорство в достижении цели, побуждает систематически готовиться к занятиям, выполняя своевременно и добросовестно задания.

7. Конфиденциальность. Преподаватель должен принимать необходимые меры для того, чтобы результаты оценки были известны только обучающемуся и руководителю образовательной программы. Особое внимание этому аспекту оценивания уделяется в американских университетах. Публичное оглашение отметок считается нарушением права личности на конфиденциальность. Однако в российской образовательной системе этому вопросу не уделяется должного внимания. Напротив, порой информирование товарищей по учебе и коллег об успехах или недочетах конкретного обучающегося рассматривается как способ положительного или негативного стимулирования.

8. Всесторонность ориентирует преподавателя на контроль как за всем процессом формирования знаний, навыков и умений, так и за результатом полученных знаний, навыков и умений.

9. Индивидуальность в сочетании с коллективностью нацеливает преподавателя на оценку знаний, навыков и умений не только отдельных обучающихся, но и всего коллектива. Каждый обучающийся при опросе отчитывается в своей учебной работе индивидуально. При проверке знаний и умений преподаватель принимает во внимание особенности каждого обучающегося: его общее развитие, особенности медленной и быстрой реакции на замечания и т.п.

10. Познавательность предполагает важность и необходимость проверки как показателя эффективности процесса формирования знаний, умений, навыков.

11. Выявление новизны требует совершенствования форм и методов проверки знаний, навыков и умений с целью повышения эффективности самой проверки.

12. Целеустремленность – проверка должна быть направлена на разрешение общих образовательно-воспитательных задач, поставленных перед вузом.

Проверка должна быть всесторонней и полной, достаточно простой по форме, а результаты ее доступны пониманию обучающихся. Вся совокупность мероприятий по проверке успеваемости должна быть приведена в систему, отдельные звенья которой взаимодействуют между собой. С целью контроля и оценки результатов подготовки и учета индивидуальных образовательных достижений применяются [6, 7, 9, 10]:

- предварительный контроль;
- текущий контроль;
- промежуточный контроль;
- итоговый контроль.

Предварительный (диагностический) контроль необходим для успешного руководства образовательным процессом. Он позволяет определить исходный уровень подготовки обучающихся, чтобы ориентироваться на допустимую сложность учебного материала. Анализ данных предварительного контроля позволяет также преподавателю вносить изменения в дидактический материал, методику обучения и т.д.

Текущий контроль – форма контроля качества знаний обучающегося, которая проводится на протяжении обучения модуля учебной программы в ходе всех видов занятий (лекции, практические, лабораторные занятия и др.) в соответствии с утвержденными учебными планами, программами учебных дисциплин. Текущий контроль позволяет иметь непрерывную информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, оперативно вносить изменения в процесс обучения. Текущая проверка – это не столько инспекция, сколько обучение, так как она связана с закреплением, повторением и анализом учебного материала.

Промежуточная проверка и оценка проводится по итогам изучения в течение всего обучения. Ее формы и тип выставляемых отметок определяются учебным заведением. Это может быть контрольная работа, тест, зачет, экзамен.

Итоговая проверка и оценка осуществляются в ходе аттестации, проводимой по завершении всей образовательной программы. Ее формы и процедура определяются учебным заведением; осуществляет итоговую аттестацию государственная аттестационная комиссия [11–14].

При планировании мероприятий по проверке и оценке знаний преподаватель должен заранее предусмотреть:

- какие критерии и показатели он будет использовать в оценке успеваемости по учебному курсу;
- будет ли учитываться посещаемость занятий и активность обучающихся;
- как часто будет проводиться проверка знаний;
- какие виды и формы оценивания будут использоваться;
- когда будут проводиться проверочные процедуры: даты и время;

– какова будет длительность каждой проверочной процедуры и какие учебные часы будут для этого использоваться;

– каким будет вклад каждой текущей оценки в итоговую оценку по всему курсу.

Перечисленную информацию желательно сообщить обучающимся на первом занятии. Это позволит им заранее спланировать основные виды своей учебной активности, своевременно сориентироваться в требованиях преподавателя к усвоению знаний по курсу.

Во всех видах проверки успеваемости учащихся по химии необходимо учитывать: объем знаний, умений и навыков; качество знаний, форму выявления знаний. Объем знаний определяется государственной программой. Наличие учебников помогает конкретизировать эти требования.

Для суждения о качестве знаний необходимо учитывать их правильность, осознанность, систематичность, конкретность, прочность.

Правильность и осознанность состоят в том, чтобы обучающиеся не только знали свойства веществ, законы и теории химии, но и могли бы объяснить изученные явления, умели иллюстрировать законы и теории фактическим материалом, умели связать теорию с будущей специальностью.

Систематичность означает, что эти знания у обучающихся неразрывно связаны между собой.

Конкретность показывает, что обучающиеся ясно представляют себе физические и химические свойства изученных веществ и зависимость их свойств от строения, как можно применить эти свойства в конкретных ситуациях и применительно к своей специальности.

Формы и методы контроля. Выделяют пять основных форм контроля:

1) Фронтальная форма. На вопросы, составленные преподавателем по сравнительно небольшому объему материала, обучающиеся дают краткие ответы. Такая форма контроля приобретает вид оживленной беседы. Она не может быть использована для глубокого выявления уровня знаний. Цель фронтальной формы опроса – проследить процесс усвоения материала и насколько обучающиеся готовы к восприятию новой темы. Эффективность фронтальной формы опроса зависит от того, насколько корректно составлены вопросы. При таком виде контроля вопросы не должны содержать подсказки, должны быть предельно ясными и простыми по форме. Рекомендуется обязательно включать несколько вопросов, которые требуют не просто логического осмысления материала, но и сопоставления его с другими темами, а, может быть, и предметами.

2) Групповая форма. Контроль осуществляется лишь для части группы. Вопрос ставится перед определенной группой обучающихся, но в его разрешении могут принимать участие и остальные учащиеся.

3) Индивидуальный контроль. Применяется для основательного знакомства преподавателя со знаниями, умениями и навыками отдельных обучающихся, которые для ответа обычно вызываются к доске.

4) Комбинированная форма. Это сочетание индивидуального контроля с фронтальным и групповым. Чаще всего применяется после прохождения какой-либо объемной темы.

5) Самоконтроль.

Методы контроля – способы, с помощью которых определяется результативность учебно-познавательной деятельности обучающихся и педагогической работы преподавателя. Методы контроля определяют способы диагностической деятельности, позволяющие осуществлять обратную связь в процессе обучения для получения данных об успешности обучения, эффективности педагогического процесса. Они должны обеспечивать систематическое, полное, точное и оперативное получение информации о ходе процесса обучения.

Преподавателю высшей школы следует учитывать все аспекты критерия объективности в контроле:

– Эстетический аспект объективности – моральное регулирование. Списывают и подсказывают только там, где это не расценивается как нарушение учебной этики.

Преподавателю нельзя иметь любимчиков и нелюбимых обучающихся и соответственно этому оценивать знания. Погоня за формальными показателями ведет к увеличению незаслуженных хороших оценок. Стремление приукрасить несовершенные показатели, так называемая реификация (овеществление показателя), оборачивается снижением требований к качеству обучения;

– Ценностный аспект критерия объективности затрагивает вопрос о справедливости оценки. В сознании обучающихся необъективная оценка ассоциируется с несправедливой. Мнение преподавателя воспринимается как справедливое, если оно подкреплено рациональными доводами. Обучающихся нужно убедить в справедливости решения преподавателя. В их представлении преподаватели делятся на строгих и добрых, поскольку каждый преподаватель руководствуется своими собственными критериями оценки и объективность зависит от его педагогического опыта и личностных качеств;

– Психологический аспект объективности. Решение преподавателя о том, что считать критерием той или иной оценки, определяется еще и психологическими факторами. Отношение курсантов к преподавателю, его курсу, посещаемость, характер и качество задаваемых вопросов формируют «образ» обучающегося в сознании преподавателя.

Субъективность преподавателя в оценке знания накладывается на субъективность восприятия этой оценки обучающимся. Поэтому для достижения объективности важно психологическое обоснование оценки знаний. Преподаватель во многих случаях должен объяснить, почему выставляется та или иная отметка. В случаях убедительной аргументации отметка воспринимается обучающимся как объективная оценка его знаний.

Проблема выбора метода оценки качества усвоения знаний является важной и значимой при выполнении стандарта образовательной программы. В связи с этим сегодня актуален вопрос о том, как правильное и справедливее определить это качество. Для формирования успешного и объективного подхода важно, чтобы система контроля знаний обучающихся являлась разноплановой: ориентированной на проверку навыков, знаний и умений, а также на выявление творческих способностей обучающихся и их целостного личностного и связанного с ним эмоционального отношения к изучаемым предметам.

Литература

1. Образцов П.И., Косухин В.М. Дидактика высшей военной школы: учеб. пособие. Орел: Акад. спецсвязи России, 2004. 317 с.
2. Реан А.А., Бордовская Н.В., Розум С.И. Психология и педагогика. СПб.: Питер, 2007. 432 с.
3. Бордовская Н.В., Реан А.А. Педагогика: учеб. пособие. СПб.: Питер, 2007. 304 с.
4. Коджаспирова Г.М. Педагогика: учеб. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004. 352 с.
5. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года // Народное образование. 2002. № 4. С. 254–269.
6. Егоров В.В., Скибицкий Э.Г., Храпченков В.Г. Педагогика высшей школы: учеб. пособие. Новосибирск: САФБД, 2008. 260 с.
7. ЕДИНОЕ ОКНО доступа к информационным ресурсам. URL: <http://window.edu.ru/catalog> (дата обращения: 17.02.2017).
8. Янеуч! URL: http://yaneuch.ru/cat_16/ Контроль и коррекция (дата обращения: 12.02.2017).
9. FOCUSEDUCATION. URL: <http://www.focusededucation.ru/exeds> (дата обращения: 12.02.2017).
10. Блонский П.П. Значение проверки знаний учащихся по химии. Проверка. URL: <http://ansya.ru/health/p-p-blonskij-znachenie-proverki-znaniy-uchashih-sya-po-himii-pr/main.html> (дата обращения: 12.02.2017).

11. Балашова В.Г., Железнякова О.М., Новичкова Н.М. Теория обучения. URL: http://gendocs.ru/v7139/балашова_в.г._железнякова_о.м._новичкова_н.м._теория_обучения (дата обращения: 12.02.2017).

12. Uchebniki online. URL: https://uchebnikionline.com/pedagogika/pedagogika_-_zauchenko_ib/metodi_formi_kontrolyu.htm (дата обращения: 12.02.2017).

13. Методы и формы контроля. URL: https://cribs.me/pedagogika/Методы_и_формы_контроля (дата обращения: 17.02.2017).

14. Учебные материалы. URL: <http://txtb.ru/88/47.html>. Функции и виды педагогического контроля (дата обращения: 14.02.2017).

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ САМОКОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

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

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Анализируются проблемы использования распространенного приложения MS EXCEL при организации выполнения индивидуальных расчетных заданий в ходе обучения сотрудников федеральной противопожарной службы. Приводится алгоритм работы блока самоконтроля рабочего места, а также интерфейс процесса самоконтроля в ходе проведения теплотехнических расчетов.

Ключевые слова: самоконтроль, индивидуальное расчетно-графическое задание, внеаудиторная самостоятельная работа, пожарно-технический вуз, персональный компьютер, табличный процессор

SOFT AND HARDWARE TOOLS FOR SELF-CONTROL AT HEAT ENGINEERING CALCULATIONS CARRYING OUT

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

We analyzed the problem of the widespread MS EXCEL application using at the organization of individual calculation tasks execution at Federal fire service employee training. We present the workplace self-control block operation algorithm and the interface of self-control process at the heat engineering calculations.

Keywords: self-control, individual calculation and graphical task, extracurricular independent work, fire and technical higher educational establishment, personal computer, table processor

Современный тренд в развитии инженерного образования свидетельствует об изменениях в распределении учебного времени в пользу видов занятий, нацеленных на формирование умений и навыков самостоятельной работы. Особенно это характерно при выполнении обучающимися индивидуальных расчетно-графических заданий (ИРГЗ), которые выполняются в значительной мере в ходе внеаудиторной самостоятельной работы, когда обучающимся необходимо самостоятельно организовать и проконтролировать собственную учебную работу. По этому поводу В.А. Сухомлинский писал: «Поставь над собой сто учителей – они окажутся бессильными, если ты не можешь сам заставить себя и сам требовать от себя».

Это обусловлено стремлением решить одну из важнейших задач высшей школы – создать систему непрерывного образования, при которой знания, умения и навыки специалиста являются объектом его собственной деятельности. Поэтому в настоящий момент для современной высшей школы в качестве приоритетной должна становиться задача переориентирования дидактической системы высших пожарно-технических вузов с преимущественно информационного типа обучения на обучение, которое позволит выявить и развить познавательные и творческие способности обучающихся, обеспечит управление формированием их самостоятельной активности, а так же воспитать в ходе реализации этого процесса необходимые для сотрудника федеральной противопожарной службы (ФПС) волевые и профессиональные качества личности, обеспечивающие будущую самостоятельную, активную, целеустремленную и, главное, результативную профессиональную деятельность.

Процесс обучения будущих сотрудников ФПС будет незавершенным, если его ограничить только знаниями, не довести до освоения нужных в служебной деятельности умений, поэтому учебное время, отводимое на формирование профессиональных компетенций, является необходимым составным компонентом процесса обучения в пожарно-техническом вузе. Кроме того, компетенции сотрудников ФПС предполагают наличие ряда специфических умений и навыков, развитие которых начинается еще в средней школе и продолжается в пожарно-техническом вузе:

- умение выбрать оптимальный математический аппарат и соответствующий характеру решаемой практической задачи наиболее приемлемый программный продукт;
- умение пользоваться нормативно-технической литературой, прежде всего, информацией в табличной форме;
- навыки применения различных видов информационно-коммуникационных технологий, прежде всего, персональных компьютеров (ПК) [1].

Необходимо учитывать, что процесс внеаудиторной самостоятельной работы должен быть максимально гибким и достаточно хорошо адаптированным к индивидуальным познавательным возможностям обучающихся, которые могут иметь переменную скорость самостоятельного восприятия учебного материала.

Будучи, с одной стороны, качеством личности и условием проявления ее самостоятельности и активности, самоконтроль в то же время является составной частью, необходимым компонентом всех видов учебной и трудовой деятельности. Благодаря самоконтролю, курсант или слушатель окончательно овладевает определенным способом действия. Кроме того, без специального формирования приемов и навыков самоконтроля качество познавательной деятельности обучающегося может оставаться недостаточно высоким.

Пути решения многих проблем в повышении эффективности обучения будущих сотрудников ФПС в пожарно-технических вузах МЧС России могут быть найдены, если использовать возможности современных информационно-коммуникационных технологий для самоконтроля промежуточных результатов выполнения обучающимся ИРГЗ.

При этом процесс самоконтроля определяется как компонент учебной деятельности обучающихся, заключающийся в анализе и регулировании ее хода и результатов (новых профессиональных компетенций), контроле своей деятельности и исправлении замеченных ошибок. Психологическая сущность процесса самоконтроля обучающимся заключается в:

- сопоставлении с накопленным предыдущим опытом (оценка «здоровым смыслом»);
- соотнесении выполняемых действий с поставленным образом, поставленной целью;
- с предъявляемыми требованиями нормативно-технической документацией.

Эффективное использование автоматизированных технологий самоконтроля предполагает в качестве обязательного условия адаптации тематики и содержания ИРГЗ к возможностям современных информационно-коммуникационных технологий, что предполагает:

- формулирование содержания и начальных численных параметров расчетного задания в зависимости от номера варианта, привязанного к учетным данным обучающегося;

– выявление достаточного числа сущностно-важных промежуточных результатов выполнения ИРГЗ, оценка правильности которых позволяет обучающемуся оценить корректность работы со справочным аппаратом и последовательности расчета;

– последующей формализацией промежуточных результатов выполнения ИРГЗ в табличную форму с соответствием этой формы с предъявляемой формой в процессе автоматизированного самоконтроля;

– поддержке единообразных требований к точности выполняемых расчетов.

Решение проблемы использования автоматизированных технологий самоконтроля невозможно без формирования специального алгоритма, программная реализация которого делает невозможным использование возможностей таких технологий для подгонки результатов выполнения ИРГЗ методом подбора. Для этого структура алгоритма должна предусмотреть счетчик попыток ввода результатов расчета и принудительный выход из программы при превышении допустимого количества ошибок ввода (например, не более трех). Такой алгоритм представлен на рис. 1.

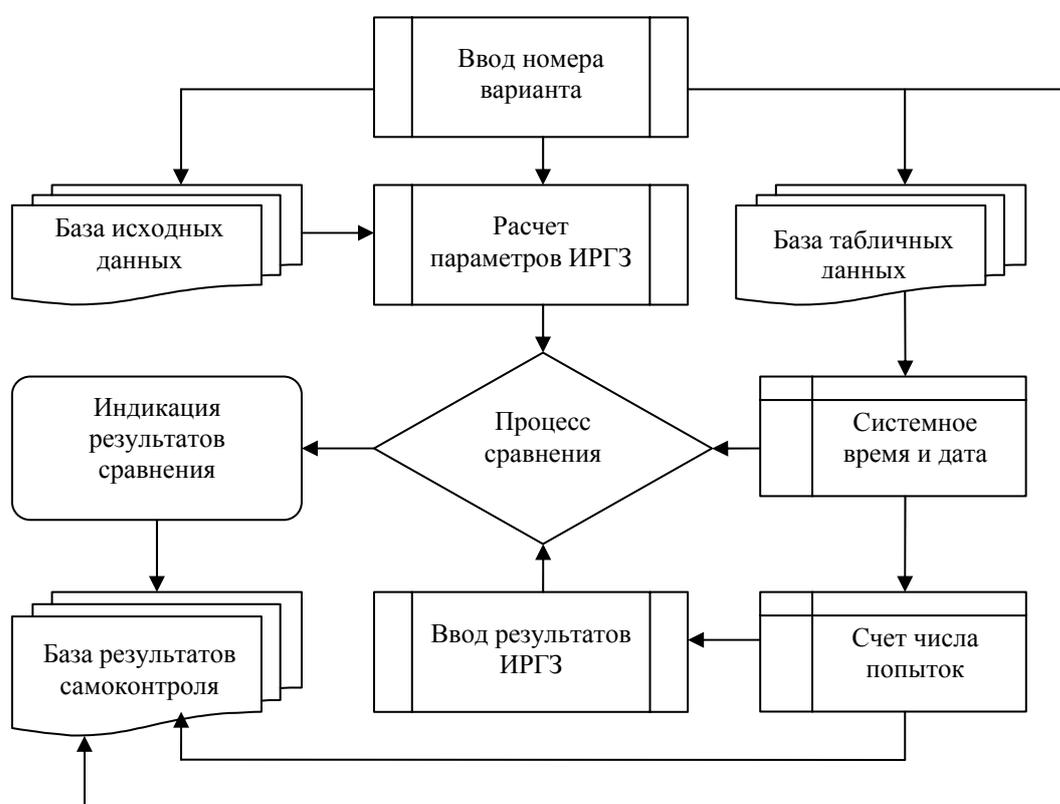


Рис. 1. Алгоритм работы блока самоконтроля рабочего места обучающегося

Доступность автоматизированной технологии самоконтроля в рамках внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся была обеспечена программной реализацией алгоритма в виде макроса табличного процессора Microsoft Excel, выполненного на языке Microsoft Visual Basic. Аппаратные требования к работе с разработанным программным продуктом не выходят за рамки минимальных требований к стандартному офисному ПК, поддерживающего функционирование Microsoft Office.

На рис. 2 представлен интерфейс блока самоконтроля результатов выполнения ИРГЗ.

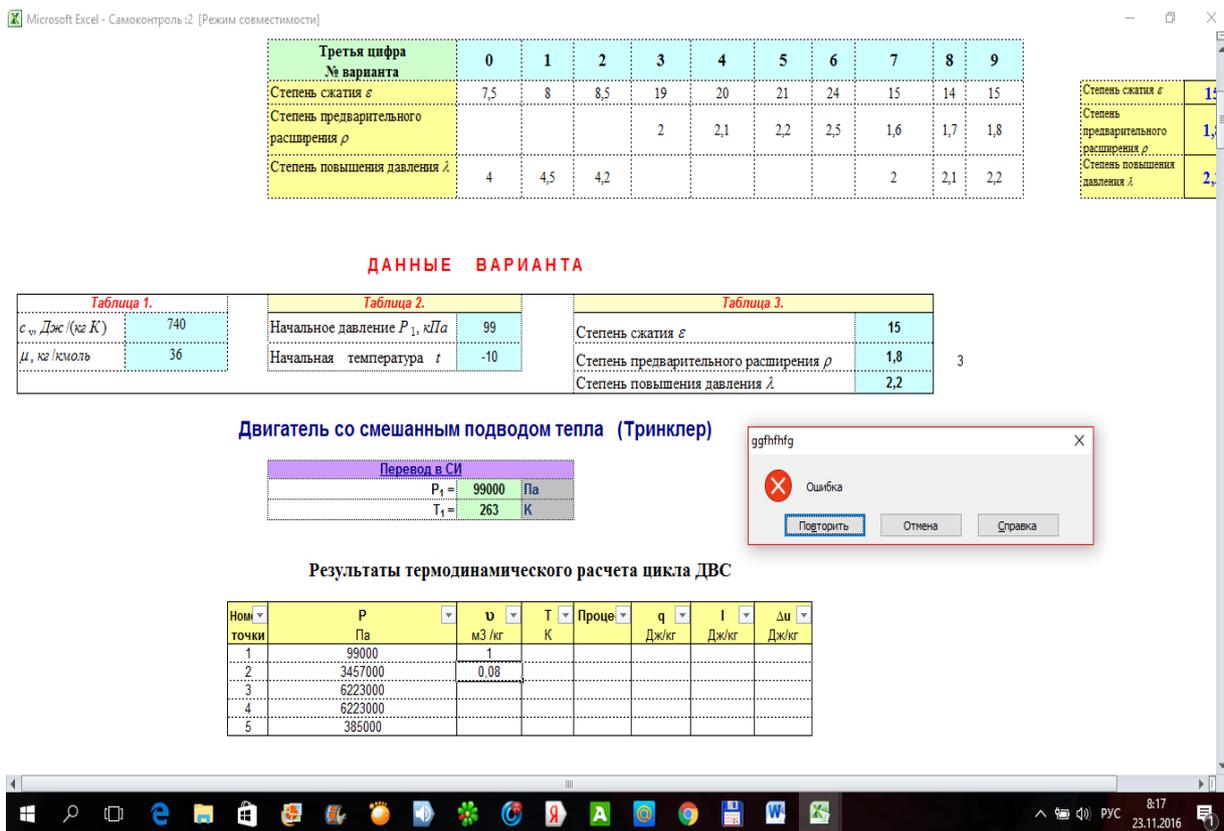


Рис. 2. Интерфейс блока самоконтроля результатов выполнения ИРГЗ

Процедура процесса самоконтроля предполагает ввод трехзначного номера варианта ИРГЗ, при этом на экране монитора выводятся содержание и таблицы исходных параметров расчета, что позволяет обучающемуся еще раз проверить корректность их выбора. Далее обучающийся последовательно вводит в таблицу полученные результаты расчета, и если разница между введенным результатом и эталонным результатом не превышает нормативную величину, в таблицу индицируется введенный результат, в противном случае выводится транспорт, сообщающий об ошибке и раздается звуковой сигнал. При превышении числа ошибок ввода допустимому значению генерируется запрет на продолжение работы обучающемуся с блоком самоконтроля без повторной перезагрузки, при этом результаты всех попыток: удачные и неудачные фиксируются в базе результатов самоконтроля (аудиторный вариант автоматизированного рабочего места (АРМ) обучающегося).

В педагогическом эксперименте участвовали 42 студента и курсанта, обучающихся на третьем курсе по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза»: 20 студентов в экспериментальной группе и 22 курсанта в контрольной группе, при этом была использована параллельная схема проведения эксперимента. Результаты первой попытки защиты двух ИРГЗ: «Расчет параметров огнетушащей смеси» и «Термодинамический расчет компрессора зарядной станции» представлены в таблице.

Таблица. Результаты защиты ИРГЗ

Баллы		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Эксперимент – студенты (n=20)	Оценки	0	0	0	1	3	5	0	7	3	1
	Σ баллов	0	0	0	4	15	30	0	56	27	10
Контрольная – курсанты (n=22)	Оценки	0	0	0	1	6	9	4	1	1	0
	Σ баллов	0	0	0	5	30	54	21	8	9	0
Коэффициент достоверности										0,288	
t-Стьюдент для P<=0,05										2,019	

Статистическая значимость различий в результатах защиты ИРГЗ и смещение центра распределения в сторону более высоких баллов объективных показателей позволяет сделать вывод об эффективности использования предлагаемой педагогической технологии. Кроме того, анализ результатов педагогического эксперимента показывает, что использование автоматизированных технологий самоконтроля не проявилось в форме отрицательного влияния на соблюдение обучающимися студентами и курсантами семестрового графика выполнения ИРГЗ.

Проведенный педагогический эксперимент по использованию автоматизированных технологий самоконтроля для поддержки внеаудиторной самостоятельной работы будущих сотрудников ФПС при выполнении ИРГЗ по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» позволил установить, что:

- использование автоматизированных технологий самоконтроля превращает обучающегося из пассивного объекта обучения в активный субъект, что является эффективным средством активизации внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся;
- для реализации автоматизированных технологий самоконтроля необходим соответствующий инструмент, которым может быть ПК компьютер со специально разработанным программным продуктом;
- методически оправданной и наиболее эффективной формой реализации автоматизированных технологий самоконтроля при выполнении обучающимися ИРГЗ является создание АРМ обучающегося в виде интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы, который содержит, в том числе, и блок самоконтроля [2];
- интерфейс такого интерактивного комплекса должен в максимальной степени соответствовать интерфейсу АРМ обучающегося, предлагаемого для аудиторного учебного процесса.

Интерфейс АРМ представлен на рис. 3.

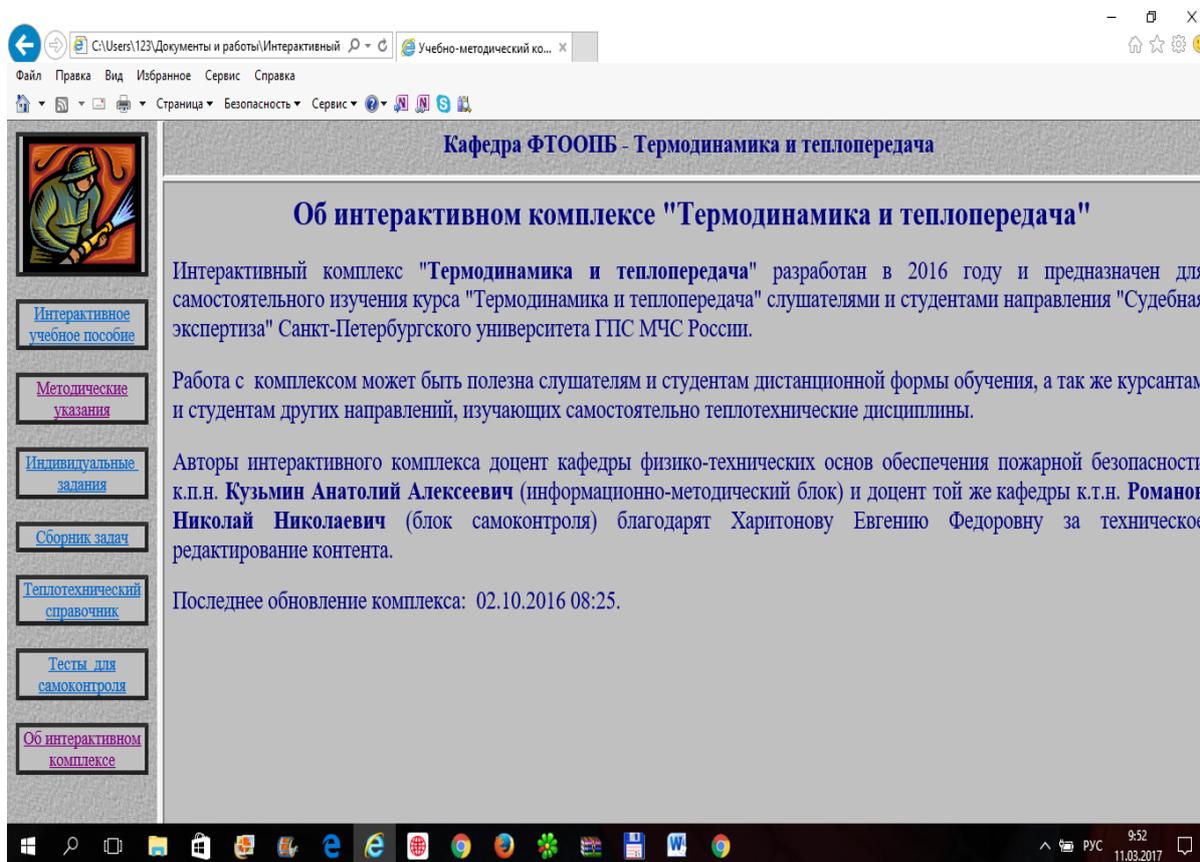


Рис. 3. Интерфейс АРМ «Термодинамика и теплопередача»

Поскольку в качестве управляющей оболочки был использован традиционный интерфейс интернет-браузера, появилась возможность применения сетевых технологий для поддержки процесса самоконтроля обучающихся в ходе внеаудиторной самостоятельной работы.

При анализе условий возможности эффективного применения таких технологий во внеаудиторном учебном процессе пожарно-технических вузов установлено, что автоматизированное обучение, основанное на использовании модели знаний, значительно повышает роль контроля и самоконтроля знаний, так как последовательность развития сценария зависит от результатов тестирования и самотестирования. Здесь процесс самоконтроля результатов теплотехнических расчетов может быть дополнен построением оптимальной серии контрольных вопросов, основанных на методе технической диагностики – нахождения минимального диагностического теста. Он предполагает разработку таблицы возможных ошибок и вопросов, контролирующих эти ошибки, а также программы нахождения вариантов совокупностей вопросов, составляющих минимальные или близкие к ним тесты, необходимых для каждого учебного элемента.

Литература

1. Кузьмин А.А. Исследование автоматизированных технологий самоконтроля в повышении эффективности обучения курсантов (на примере пожарно-технических вузов): дис. ... канд. пед. наук. СПб., 1998.

2. Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Харитонов Е.Ф. Разработка концепции и инструментария пропедевтического контроля знаний по теме «Термодинамические процессы»: отчет НИР (заключительный). № гос. регистрации 01201282463. СПб., 2013.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ КУРСАНТОВ ВУЗОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

**В.И. Антюхов, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.**

Н.В. Остудин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

С целью повышения эффективности подготовки выпускников вузов Государственной противопожарной службы МЧС России в статье предлагается методика оценки знаний курсантов с применением интеллектуальных систем.

Ключевые слова: методика оценки, интеллектуальные системы, интеллектуализация, оценка знаний

INTELLECTUALIZATION OF THE PROCESS OF ESTIMATION OF KNOWLEDGE OF STUDENTS OF UNIVERSITIES STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

V.I. Antyukhov; N.V. Ostudin.

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

With the purpose of increase of efficiency of preparation of graduates of State fire service of EMERCOM of Russia the article suggests a methodology for assessing the cadets' knowledge with the use of intelligent systems.

Keywords: assessment methods, intelligent systems, intellectualization, assessment of knowledge

Важным элементом образовательного процесса вузов Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России является проведение текущего контроля знаний у обучающихся. Под оценкой знаний, умений и навыков дидактика понимает процесс сравнения достигнутого учащимися уровня владения материалами дисциплины с эталонными представлениями, описанными в учебной программе. Как процесс оценка реализуется в ходе контроля знаний, умений и навыков обучающихся [1, 2].

Условным отражением оценки является отметка, обычно выражаемая в баллах. В отечественной дидактике принята четырехбалльная система отметок:

- «5» – владеет материалом в полной мере (отлично);
- «4» – владеет материалом достаточно (хорошо);
- «3» – владеет материалом недостаточно (удовлетворительно);
- «2» – не владеет материалом (неудовлетворительно).

Целью данной статьи является совершенствование существующей оценки знаний курсантов вузов ГПС МЧС России путем разработки методики, базирующейся на интеллектуальных системах и позволяющей осуществлять разностороннюю оценку обучающихся.

Сущность предлагаемой методики оценки знаний

Предлагаемая методика состоит из трех этапов и соответствующих им подэтапов (рис. 1).

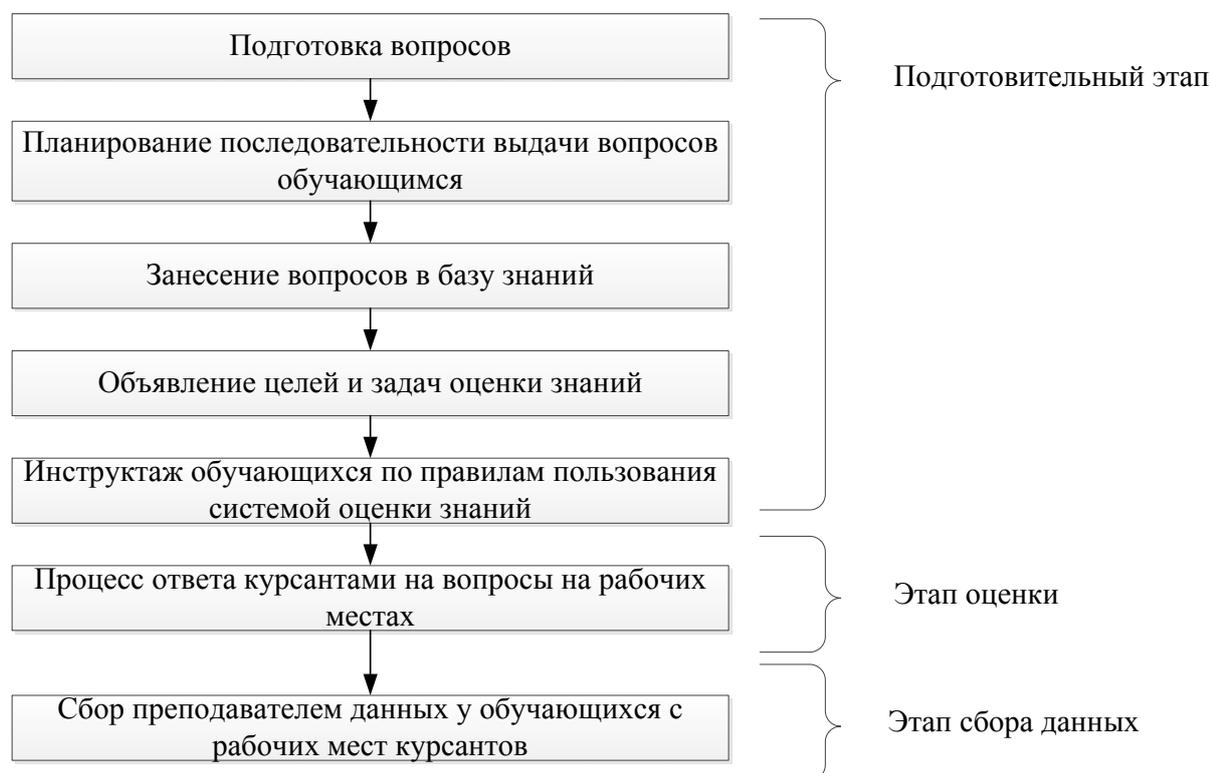


Рис. 1. Содержание предлагаемой методики

Методика разрабатывается на основе современных достижений в области систем искусственного интеллекта [3].

Методика относится к форме задания с выбором ответа из двух предложенных вариантов. На все вопросы курсантам необходимо отвечать «да» или «нет».

Системы оценки знаний, основанных на искусственном интеллекте, будут носить многоуровневый характер с использованием «наводящих» вопросов, что позволит избежать угадывание и механическое запоминание. Основным преимуществом данного принципа также является то, что результат оценки система формирует автоматически;

Основная сущность предлагаемой методики заключается в том, что система будет выдавать вопросы не по порядку, как это обычно бывает в различного вида тестовых опросах, а формировать их в зависимости от ответа на предыдущий вопрос.

На рис. 2 представлена схема предположительного формирования вопросов при использовании систем искусственного интеллекта для оценки знаний курсантов.

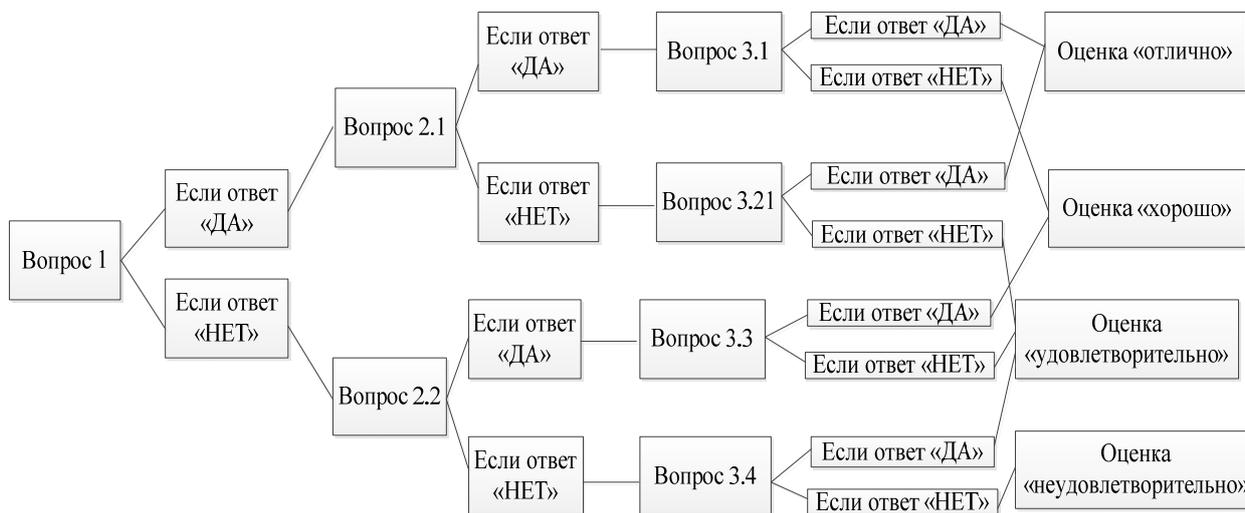


Рис. 2. Схема формирования вопросов

Из рис. 2 видно, что вопросы для оценки знаний формируются по иерархическому принципу. Вопросы необходимо строить таким образом, чтобы каждый последующий вопрос формировался исходя из ответа на предыдущий.

На рис. 3 представлен предполагаемый интерфейс системы.

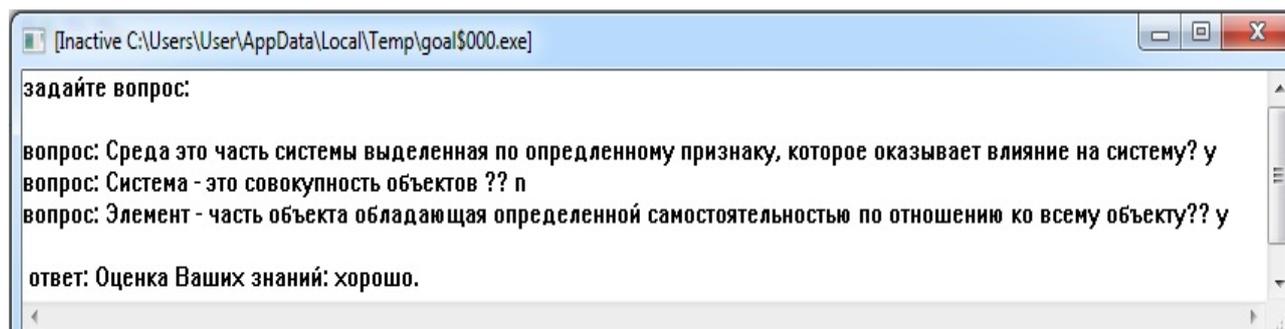


Рис. 3. Предполагаемый интерфейс системы оценки знаний, написанной на языке логического программирования Prolog

Система выдает вопросы на экран. Курсант отвечает на вопросы клавишами «У» – да или «N» – нет. Программа может разрабатываться на различных языках логического программирования таких, как Prolog, Lisp и т.д.

Разработка таких систем также возможна посредством использования готовых оболочек экспертных систем. На рис. 4 представлен пример системы в оболочке Expert Developer Pro.

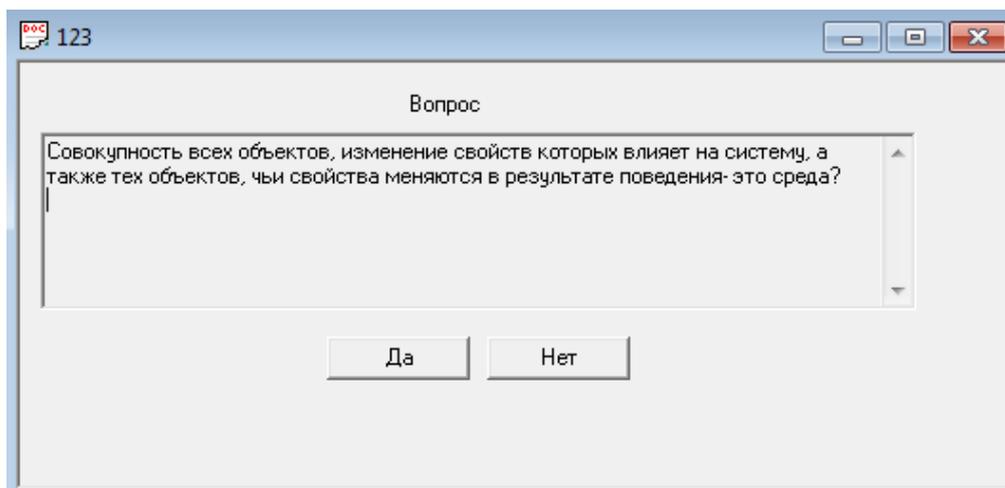


Рис. 4. Предполагаемый интерфейс системы оценки знаний, разработанной в оболочке Expert Developer Pro

Методику предлагается использовать во вступительной части практических, семинарских и лабораторных занятий общепрофессиональных дисциплин вузов ГПС МЧС России.

Предполагаемое время на проверку знаний с использованием данной методики: 10–15 мин.

Оценка знаний при помощи данной методики предполагает наличие в аудитории рабочих мест с персональным компьютером на каждого обучающегося.

Основной целью предлагаемой методики является углубленная оценка остаточных знаний курсантов.

На рис. 5 представлен принцип оценки знаний с использованием предлагаемой методики. Обучающийся отвечает на вопросы выдаваемые системой интеллектуальной оценки знаний. После того, как обучающийся ответит на вопросы, система выдает результат на экран и отправляет его на рабочее место преподавателя.

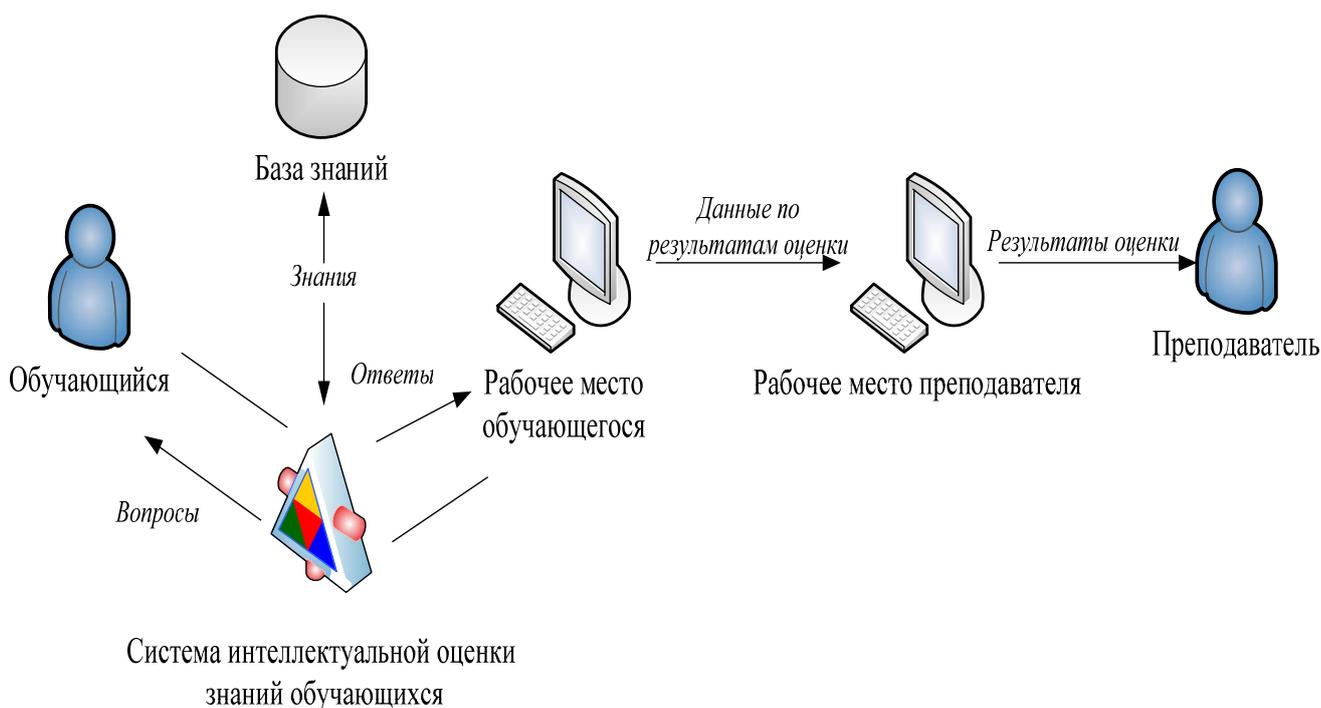


Рис. 5. Принцип оценки знаний с использованием предлагаемой методики

Применительно к направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» (уровень бакалавриата) методика может быть направлена на оценку формирования у курсантов следующих компетенций (ПК – профессиональные компетенции, ПСК – профессионально-специализированные компетенции):

- способность применять методы системного анализа, технологии синтеза и управления для решения прикладных проектно-конструкторских задач (ПК-4);
- способность разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем (ПК-5);
- готовность сделать прогноз развития кризисной ситуации и прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций (ЧС) на население и территорию (ПСК-1);
- способность оценки: вероятности (частоты) возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников ЧС), последствий кризисной ситуации, возможности применения сил и средств экстренного реагирования, возможности применения сил и средств для проведения аварийно-восстановительных операций (ПСК-3);
- способность к сбору, обобщению, анализу информации, прогнозированию будущей ситуации и предоставлению основных рекомендаций по ведению деятельности в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера (ПСК-4);
- способность к сбору и обработке информации о ЧС и проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (ПСК-6);
- способность к аналитическому и методическому обеспечению проведения работ в области защиты населения и территорий от ЧС (ПСК-8).

Также методику можно использовать для оценки выполнения квалификационных требований к специальностям (направлениям) подготовки специалистов органов повседневного управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). В особенности она применима для следующих требований:

Знать:

- задачи, структуру и режимы функционирования РСЧС;
- задачи, функции и структуру органов управления РСЧС и ГО;
- задачи, состав сил и средств, привлекаемых для ликвидации ЧС;
- задачи, состав и порядок работы оперативного штаба и оперативной группы по управлению в кризисных ситуациях.

Уметь:

- обеспечивать ведение баз данных в повседневной деятельности и при возникновении ЧС;
- организовывать сбор и обработку оперативной информации о фактах или угрозе возникновения ЧС и в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Владеть навыками:

- по проведению анализа состояния природных систем (окружающей среды) с помощью стандартных технологий;
- анализа сложных систем;
- навыки первичной обработки исходных данных;
- по организации работы и поддержанию постоянной готовности смен по своевременному оповещению и информированию.

Методику можно отнести к форме контроля «письменные работы».

Данная методика разработана в соответствии со спецификой образовательного процесса в вузах ГПС МЧС России. Методика прошла апробацию на кафедре системного анализа и антикризисного управления Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Применение данной методики повысит эффективность обучения курсантов вузов ГПС МЧС России и позволит объективно оценивать уровень, полученных курсантами, знаний по профессиональным дисциплинам.

Литература

1. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ (с изм. от 2 мая 2015 г. № 122-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

2. Ракова Н.А., Керножицкая И.Е. Педагогика современной школы: учеб.-метод. пособие. Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009. 215 с.

3. Антюхов В.И., Остудин Н.В. Применение систем искусственного интеллекта в деятельности должностных лиц органов управления МЧС России при чрезвычайных ситуациях на транспорте // Транспорт России: проблемы и перспективы–2016: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2016. С. 246–249.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Бейсембаева Каламкас Калдыбайкызы – магистр Казахского нац. ун-та им. аль-Фараби (050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, д. 71), e-mail: kalamkas-1993@mail.ru;

Волков Дмитрий Павлович – доц. каф. физики СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), тел. (812) 232-97-04, e-mail: dpv@grv.ifmo.ru, канд. техн. наук, доц.;

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.;

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

Клюй Владимир Владимирович – проф. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Коннова Людмила Алексеевна – вед. науч. сотр. отд. перспект. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), д-р мед. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

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

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

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

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

Мироненко Маргарита Эдуардовна – инж. каф. физики СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), e-mail: margarita@mironenko.xyz;

Мороз Наталья Александровна – доц. каф. мех. и инж. графики СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

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

Папырин Владимир Владимирович – нач. отд. перспект. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), e-mail: arctic@igps.ru, канд. юрид. 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.;

Руднев Евгений Владимирович – инж. отд. сертиф. науч.-техн. продукции в обл. пож. безопасн. Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), e-mail: 53rudnev@mail.ru;

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.;

Широухов Александр Валерьевич – зам. нач. каф. мех. и инж. графики 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 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В состав университета входят:

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

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

В университете созданы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб университета.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

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

1. Материалы для публикации представляются 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 процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

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

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

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

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

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

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

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)

№ 2 (22) – 2017

Выпускающий редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 30.06.2017. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 10,00 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

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