

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 2 (34) – 2020

Редакционный совет

Председатель – доктор химических наук, профессор, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Ивахнюк Григорий Константинович**, заведующий кафедрой инженерной защиты окружающей среды Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

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

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

Члены редакционного совета:

доктор технических наук, профессор **Минкин Денис Юрьевич**, директор Санкт-Петербургского ГУП «Горэлектротранс»;

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат юридических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грешных Антонина Адольфовна**, декан факультета подготовки кадров высшей квалификации Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, почетный работник науки и техники **Барбин Николай Михайлович**, ведущий научный сотрудник УрИ ГПС МЧС России, директор научно-исследовательского института физико-химических проблем и техносферной безопасности государственного аграрного университета;

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 Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

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

кандидат педагогических наук, доцент **Клюй Валерий Владимирович**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Секретарь совета:

капитан внутренней службы **Домничева Анастасия Вячеславовна**, редактор отделения предпечатной подготовки 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 **Подружкина Татьяна Александровна**, доцент 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:

майор внутренней службы **Болотова Полина Александровна**, редактор редакционного отделения редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Лабинский А.Ю. Многопараметрическая оптимизация с помощью генетического алгоритма.....	4
Онов В.А., Дудашкина Т.О., Колеров Д.А. Реализация сетеориентированного пространства данных в деятельности работников надзорных органов МЧС России.....	11

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Медведева Л.В., Лазарева Т.П., Макаrchук Г.В. Современные огнезащитные и огнеустойчивые материалы.....	15
Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Пермиков А.А. Оценка поражающих факторов огненного шара на модели.....	19
Трубило А.И. Некоторые примеры гидростатики и гидродинамики в вопросах безопасности жизнедеятельности.....	26

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Евстафьев С.В., Поляков А.С. Некоторые особенности организации поверки средств измерений пожарно-спасательных подразделений ГУ МЧС России по Ростовской области.....	37
Антошина Т.Н. Разработка специализированных баз данных со структурной адаптацией.....	42
Шидаков К.А., Поляков А.С. Аналитический обзор работ по стандартизации и сертификации порошковых огнетушителей в России.....	45
Макаrchук Г.В., Сорокин А.А., Шиманский К.Д. Применение инновационных методов при обучении химии в военном институте (инженерно-техническом).....	51
Сведения об авторах	56
Информационная справка	57
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	62

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

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, 2020

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

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

Рассмотрены особенности использования генетического алгоритма для оптимизации функции 12-ти переменных, в качестве которой использована суммарная стоимость распределения сил и средств, используемых для тушения и ликвидации пожаров и других происшествий.

Ключевые слова: генетический алгоритм, оптимизация функции 12-ти переменных, компьютерная программа, математическая модель

MULTIVARIABLE OPTIMIZATION WITH USE GENETIC ALGORITHM

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

The features of using the genetic algorithm to optimize the function of 12 variables are considered, the total cost of the distribution of forces and means used to extinguish and eliminate fires and other incidents is used.

Keywords: genetic algorithm, optimization function of 12 parameters, computing program, mathematical model

Введение

Большинство задач науки и техники относятся к обширному классу проблем поиска оптимальных решений, то есть к оптимизационным задачам. Часть задач оптимизации относится к классу комбинаторных, и они, в большинстве случаев, имеют не одно, а множество решений различного качества. Существует множество алгоритмов для решения таких задач.

Классические поисковые методы оптимизации

«Поисковые методы решения задачи поиска оптимальных решений можно классифицировать следующим образом» [1]:

- одномерные методы поиска (для одномерных целевых функций);
- многопараметрические методы поиска (для многопараметрических функций);
- методы оптимизации унимодальных функций;
- методы глобальной оптимизации многоэкстремальных функций.

По способу получения информации о расположении точки испытания на каждом шаге оптимизации методы поиска оптимума можно разделить на детерминированные (на каждом шаге поиска значения точки испытания постоянны) и методы случайного поиска.

По способу определения точки испытания методы поиска можно разделить на последовательные (учитывается информация, полученная на предыдущих шагах поиска)

и пассивные (все точки испытаний указываются до первого вычисления оптимизируемой функции).

Оптимальное значение оптимизируемой функции определяется в поисковых методах оптимизации с помощью системы рекуррентных соотношений, причем такие соотношения для всех шагов оптимизации одинаковы.

Рассмотрим математическую формулировку и основные известные поисковые методы решения задачи нелинейной оптимизации в соответствии с изложенной выше квалификацией.

Классические методы оптимизации одномерных унимодальных функций

Пусть $Q(X)$ – унимодальная (одноэкстремальная) функция качества (целевая функция (ЦФ) исследуемого объекта. «Для минимизируемой функции унимодальность требует выполнения следующих неравенств» [1]:

$$Q(X_1) < Q(X_2) \text{ при } X^* < X_1 < X_2; \quad Q(X_1) > Q(X_2) \text{ при } X_1 < X_2 < X^*,$$

где X_1 и X_2 – два произвольно выбранных значения; X^* – положение локального минимума ЦФ.

«Более узкий класс унимодальных функций – выпуклые функции. Эти функции всюду непрерывны и любая секущая пересекает выпуклую функцию не более чем в двух точках. Для выпуклой функции справедливо» [1]:

$$Q(X_1) + [Q(X_2) - Q(X_1)] \cdot (X - X_1) / (X_2 - X_1) > Q(X) \text{ при условии } X_1 < X < X_2.$$

Рассмотрим известные модели унимодальных функций качества [1]:

- квадратичная модель: $Q(X) = K \cdot (X - X^*)^2 + Q^*$, где $K > 0$.
- кусочно-линейная модель: $Q(X) = -K_1 \cdot (X - X^*) + Q^*$, при $X < X^*$;
 $Q(X) = K_2 \cdot (X - X^*) + Q^*$, при $X > X^*$;
- клювообразная модель: $Q(X) = K \cdot |X - X^*|^n + Q^*$, где $K > 0$ и $0 < n < 1$.
- параболическая модель: $Q(X) = K \cdot |X - X^*|^m + Q^*$, где $m > 0$.

В настоящее время известны методы поисковой оптимизации унимодальных функций, которые реализуют сокращение интервала неопределенности параметра X функции качества. Под интервалом неопределенности будем понимать отрезок оси X , где расположено экстремальное значение. «Это следующие методы» [1]:

- метод дихотомии (последовательного деления отрезка пополам);
- метод Кифера (Фибоначчи);
- метод золотого сечения.

Постановка задачи многопараметрической оптимизации

«Задача многопараметрической (многомерной) оптимизации формулируется следующим образом» [1]: требуется найти точку локального минимума $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ ЦФ $f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ на множестве допустимых значений аргумента. Ядром всех комбинаторных алгоритмов являются операции полного или сокращенного перебора подмножеств решений. Стратегия комбинаторного перебора в различных алгоритмах реализуется по-разному. Для поиска лучшего решения, как правило, осуществляются направленный, случайный и комбинированный переборы всевозможных значений параметров задачи. В связи с этим разрабатывается большое число точных, переборных и эвристических методов решения этих задач. До последнего времени не существовало эффективного механизма поиска решений на множестве альтернатив, что затрудняло получение качественных результатов за приемлемое время.

«В конце 1960-х годов американский исследователь Джон Холланд в качестве принципов комбинаторного перебора вариантов решения оптимизационных задач предложил использовать «генетические алгоритмы» (ГА)» [2].

«Генетический алгоритм (англ. genetic algorithm – GA) – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе» [2].

Нелинейное планирование (программирование) включает в себя математические методы отыскания оптимума (максимума или минимума) функции. Оптимизируемая функция представляет собой принятый критерий эффективности решения задачи, соответствующий поставленной цели и называемый ЦФ. ЦФ при нелинейном планировании является нелинейной.

Нелинейное планирование служит для выбора наилучшего плана распределения ограниченных ресурсов. ЦФ обычно задается в виде:

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n).$$

В данной статье представлены результаты решения следующей задачи. Необходимо наилучшим (оптимальным) способом распределить имеющиеся в подразделениях МЧС России ресурсы. В пожарных частях сосредоточены силы (средства) для тушения и ликвидации пожаров и других происшествий.

Необходимо найти такой план распределения сил и средств, при котором общий результат действий будет наилучшим (стоимость реализации будет минимальной). Функция, подлежащая минимизации, будет иметь вид:

$$Y = \sum C_j * X_i,$$

где C_j – эффективность использования сил и средств, X_i – количество сил и средств, распределяемых с базы A_i на объекты B_j .

Компьютерная модель многопараметрической оптимизации

«Используя принцип сохранения потенциальной эффективности ЦФ» [3], может быть получен вид ЦФ, обеспечивающий эффективность использования сил и средств и представляющий собой формализованное уравнение, описывающее облик пожарных частей, в которых сосредоточены силы (средства) для тушения и ликвидации пожаров и других происшествий.

Таким образом, в рамках поставленной задачи производилась многомерная оптимизация функции 12-ти переменных, имеющая следующий вид:

$$F(X_1, X_2, \dots, X_{11}, X_{12}) = \exp(X_1 + X_2 + X_3) / (X_1 * X_2^2 * X_3^3) + \exp(X_4 + X_5 + X_6) / (X_4 * X_5^2 * X_6^3) + \exp(X_7 + X_8 + X_9) / (X_7 * X_8^2 * X_9^3) + \exp(X_{10} + X_{11} + X_{12}) / (X_{10} * X_{11}^2 * X_{12}^3).$$

Начальные значения переменных: $X_{iн} = 0,5$ и функции:

$$F(X_{1н}, X_{2н}, \dots, X_{11н}, X_{12н}) = 1147,3.$$

Оптимальные значения:

$$X_{01} = X_{04} = X_{07} = X_{010} = 1,00; \quad X_{02} = X_{05} = X_{08} = X_{011} = 2,00; \\ X_{03} = X_{06} = X_{09} = X_{012} = 3,00; \quad F(X_{01}, X_{02}, X_{03}, \dots, X_{012})_{\min} = 14,94.$$

Ошибка оптимизации вычислялась по формуле:

$$A_{\text{opt}} = (|F_2 - F_1| / F_1) * 100 [\%],$$

где F_1 – оптимальное значение функции; F_2 – значение, полученное с помощью ГА.

На рис. 1–3 представлены зависимости ЦФ от аргументов X_1 , X_2 , X_3 при постоянных значениях других аргументов:

$F(X_1)$ при $X_2 = X_3 = \dots = X_{12} = 2,5$;
 $F(X_2)$ при $X_1 = X_3 = \dots = X_{12} = 2,5$;
 $F(X_3)$ при $X_1 = X_2 = X_4 \dots = X_{12} = 2,5$.

На графиках красным цветом выделены оптимальные значения.

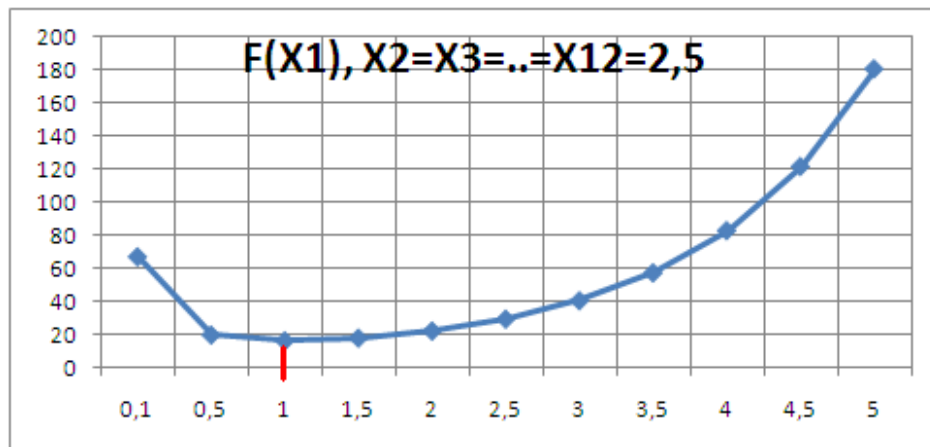


Рис. 1. Оптимизация функции 12-ти переменных

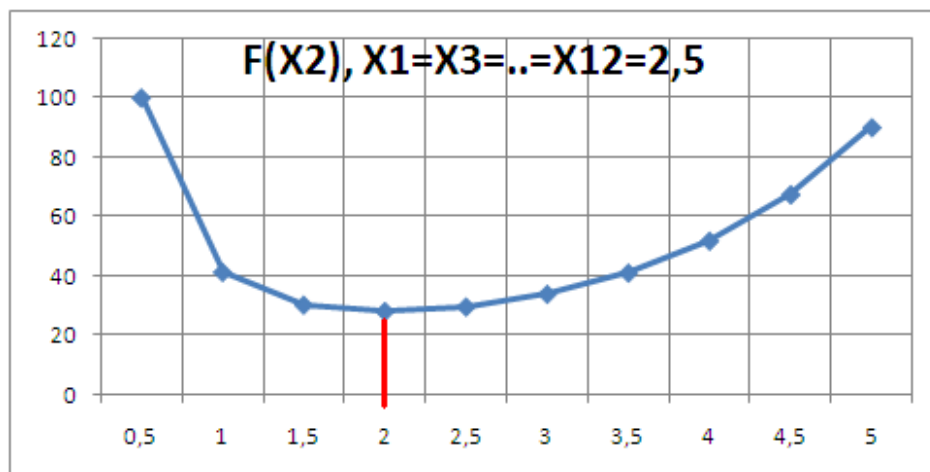


Рис. 2. Оптимизация функции 12-ти переменных

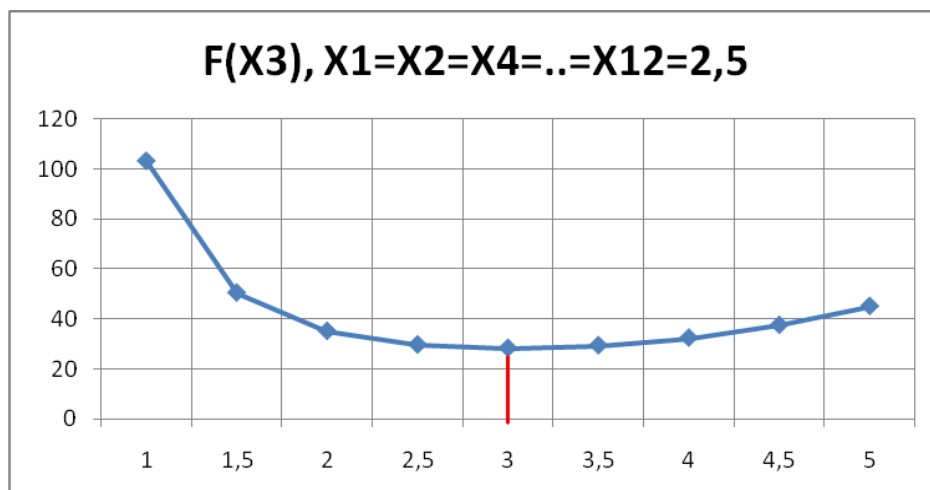


Рис. 3. Оптимизация функции 12-ти переменных

Оптимизация указанной функции производилась с помощью разработанного ГА [4–6]. В хромосоме использовалось 12 генов A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, N, соответствующих искомым переменным $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{12}$. В качестве целевой функции (функции приспособленности) использовалась величина, обратная заданной целевой функции:

$$1/F(X_1, X_2, \dots, X_{12}).$$

Укрупненная схема расчета программы для ЭВМ представлена на рис. 4.

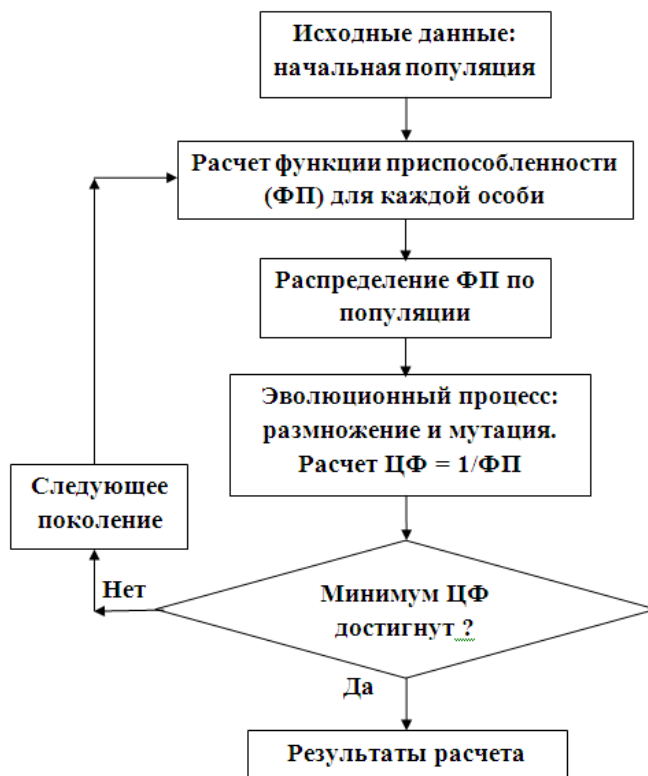


Рис. 4. Укрупненная схема расчета программы для ЭВМ

Окно консольной программы для ЭВМ, реализующей ГА, представлено на рис. 5.

```

F:\Education\GA\Program\ConGAOpt12Par.exe
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ
минимизации функции 12 переменных:
(№ функции = 0) F(x1,x2,...x12)=
exp(x1+x2+x3)/(x1*x2^2*x3^3)+
exp(x4+x5+x6)/(x4*x5^2*x6^3)+
exp(x7+x8+x9)/(x7*x8^2*x9^3)+
exp(x10+x11+x12)/(x10*x11^2*x12^3)
Оптимальные значения:
X1o=1;X2o=2;X3o=3;X4o=1;X5o=2;X6o=3;
X7o=1;X8o=2;X9o=3;X10o=1;X11o=2;X12o=3.
В хромосоме 12 генов A,B,C
D,E,F,A1,B1,C1,D1,E1,F1
Искомые значения X1,X2,X3,X4,
X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12
Размер популяции 2490 особей.
Функция приспособленности равна
обратной величине целевой
функции: ФП = 1/F(x1,x2,x3,...,x12).
Введите № целевой функции: 0 или 1: 0
Начальное значение ЦФ при Xi=0,5:
ЦФнач=1147,31
Истинное минимальное значение ЦФ
ЦФmin=14,94181
Функция полезности ФП=0,06693
Введите предельное значение ЦФ>ЦФmin: 100
  
```

Рис. 5. Окно консольной программы, реализующей ГА

Укрупненный алгоритм расчета в виде отдельных модулей на языке программирования C# представлен в табл. 1 (модуль определения переменных), табл. 2 (модуль определения массивов переменных), табл. 3 (модуль определения ЦФ), табл. 4 (модуль быстрой рекурсивной сортировки) и табл. 5 (модуль вывода результатов расчета).

Таблица 1

Укрупненный текст модуля на языке C#
<pre>static int M=12; //Кол-во генов в хромосоме особи static int N=2490; //Начальное кол-во особей в популяции static int Np=5000; //Предельное кол-во особей в популяции static int Nm = 0; //Кол-во мутирующих особей static int Nt = 1; //Кол-во особей нового поколения static int NE = 1; //Номер поколения static int EPH = 1; //Номер эпохи static double FPmin=50.0,FPmax=0.0,FPdm=0.0; // ФП</pre>

Таблица 2

Укрупненный текст модуля на языке C#
<pre>static double[] g = new double[10]; // Границы ФП static double[,] Pop = new double[Np+1,M+1]; //Популяция static double[] FPop = new double[Np+1]; //ФП особей static double[] EPop = new double[Np+1]; //Доля особей static double[,] Pos = new double[1, M+1]; //Особь static int[,] Pot = new int[Np, M+1]; //След-я популяция static int[] IX = new int[Np]; //Фенотипы static double[] YZ = new double[Np]; //Значение ЦФ static double[] YP = new double[Np]; //Значение ФП static double[] A = new double[M]; //Массив генов</pre>

Таблица 3

Укрупненный текст модуля на языке C#
<pre>private static double CF(double [] x)//Целевая функция { return Math.Exp(x[0]+x[1]+x[2])/(x[0]*x[1]*x[1]*x[2]*x[2])+ Math.Exp(x[3]+x[4]+x[5])/(x[3]*x[4]*x[4]*x[5]*x[5])+ Math.Exp(x[6]+x[7]+x[8])/(x[6]*x[7]*x[7]*x[8]*x[8])+ Math.Exp(x[9]+x[10]+x[11])/(x[9]*x[10]*x[10]*x[11]*x[11]); }</pre>

Таблица 4

Укрупненный текст модуля на языке C#
<pre>private static void Sort(int L,int R) //Быстрая рекурсивная сортировка { int i=L; int j=R; double xs = Pop[(L+R)/2,12]; do {while(Pop[i,12]<xs) i++; while(Pop[j,12]>xs) j--; if(i<=j) {double y = Pop[i,12]; Pop[i,12]=Pop[j,12]; Pop[j,12]=y; i++; j--; } } while(i<j); if(L<j) Sort(L,j); if(L<R) Sort(i,R); }</pre>

Таблица 5

Укрупненный текст модуля на языке C#
<pre>Console.WriteLine(" Результаты расчета."); Console.WriteLine(" Достигнутый ЦФmin =" + CFM.ToString("F2")); Console.WriteLine(" Погрешность = "+</pre>

```

(100*(CFM-CF0)/CF0).ToString("F1")+"%");
Console.WriteLine(" Эпоха " + EPH.ToString());
Console.WriteLine(" Поколение " + NE.ToString());
Console.WriteLine(" Объем популяции " + N.ToString()+" особей");
Console.WriteLine(" Кол-во особей с большими ФП " +
NMD.ToString());
Console.WriteLine(" Функция приспособленности:
"+FP.ToString("F5"));
Console.WriteLine(" Целевая функция = "+(1.0/FP).ToString("F5"));
Console.WriteLine(" Значения параметров:");
Console.WriteLine(" x1= " + A[0].ToString("F3")+
"; x2= " + A[1].ToString("F3")+
"; x3= " + A[2].ToString("F3")+
"; x4= " + A[3].ToString("F3")+
"; x5= " + A[4].ToString("F3")+
"; x6= " + A[5].ToString("F3"));
Console.WriteLine("x7= " + A[6].ToString("F3")+
"; x8= " + A[7].ToString("F3")+
"; x9= " + A[8].ToString("F3")+
"; x10= " + A[9].ToString("F3")+
"; x11= "+A[10].ToString("F3")+
"; x12= "+A[11].ToString("F3"));
Console.WriteLine(" Время выполнения T= "+T.ToString());

```

В процессе вычислительных экспериментов с помощью разработанной программы для ЭВМ были получены результаты минимизации, приведенные в табл. 6.

Таблица 6

№ поколения	X ₁ /X ₇	X ₂ /X ₈	X ₃ /X ₉	X ₄ /X ₁₀	X ₅ /X ₁₁	X ₆ /X ₁₂	F(X ₁ ...X ₁₂)	A _{opt} , %
Оптимум	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	14,94	
	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0		
Эпоха 1 Покол-е 129	1,26	1,74	1,94	1,48	1,43	2,39	20,88	39,6
	1,80	1,90	1,92	1,84	2,04	2,48		
Эпоха 5 Покол-е 107	1,32	2,53	2,44	1,05	1,80	2,17	19,99	33,8
	2,0	2,25	2,34	1,63	1,65	1,99		
Эпоха 7 Покол-е 57	1,66	2,19	2,02	1,32	1,86	2,99	18,47	23,6
	1,67	2,20	2,23	1,33	2,15	2,44		
Эпоха 15 Покол-е 187	1,87	2,07	2,02	1,58	1,91	2,95	20,6	37,8
	1,42	2,64	1,91	1,48	1,46	2,43		
Эпоха 33 Покол-е 7	1,45	2,24	3,27	1,44	1,39	2,79	18,77	25,6
	1,06	1,19	2,65	1,97	2,43	3,24		

Вывод

Результаты компьютерного моделирования путем проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ показали, что созданная компьютерная модель ГА в виде программы для ЭВМ способна обеспечить оптимизацию функции 12-ти переменных, в качестве которой использована суммарная стоимость распределения сил и средств, используемых для тушения и ликвидации пожаров и других происшествий, с приемлемой точностью.

Литература

1. Системный анализ и принятие решений / В.С. Артамонов [и др.]: учеб. СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2017.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: учеб. пособие. М.: Физматлит, 2010.

3. Косачев В.А., Михайлов С.М. Эффективность оптимизации элементов сложных систем. М.: Наука, 2002.
4. Лабинский А.Ю., Подружжина Т.А. Особенности использования генетических алгоритмов и нейронных сетей // Природные и техногенные риски. 2015. № 4. С. 56–61.
5. Лабинский А.Ю., Щербаков О.В. Особенности использования компьютерной симуляции эволюционных процессов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 4. С. 82–89.
6. Лабинский А.Ю. Использование генетического алгоритма для многокритериальной оптимизации // Природные и техногенные риски. 2018. № 4. С. 5–9.

РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОСТРАНСТВА ДАННЫХ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ НАДЗОРНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ

**В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент;
Т.О. Дудашкина;
Д.А. Колеров.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности построения автоматизированных систем контрольно-надзорной деятельности с учетом реализации концепции сетеориентированного пространства данных.

Ключевые слова: надзорная деятельность, управление данными, автоматизированная система

IMPLEMENTATION OF A NETWORKED DATA SPACE IN THE ACTIVITIES OF WORKERS OF SUPERVISORY BODIES OF EMERCOM OF RUSSIA

V.A. Onov; T.O. Dudashkina; D.A. Kolerov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article considers the features of building automated systems of control and supervision activities, taking into account the implementation of the concept of network-oriented data space.

Keywords: supervisory activity, data management, automated system

В Стандарте информатизации, разработанном Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, в рамках приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» и в Паспорте приоритетного проекта «Совершенствование функции государственного надзора МЧС России в рамках реализации приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» особое внимание уделяется вопросам формирования информационного пространства надзорных органов МЧС России [1, 2].

При этом особое внимание уделяется порядку учета пожаров и возгораний и их последствий, а также информационному обмену, обеспечивающему процессы межведомственного электронного взаимодействия и оказания государственных услуг МЧС России в электронном виде в рамках федерального Государственного пожарного надзора.

Одним из направлений решения данной задачи является разработка системно-технических решений по построению сетеориентированного пространства данных,

направленных на обеспечение интеграции информационных систем для контрольно-надзорной деятельности (КНД) МЧС России с другими системами [3].

В рамках задачи необходимо (рис. 1):



Рис. 1. Задачи, подлежащие решению в рамках построения автоматизированной системы управления КНД МЧС России

1. С позиций системного подхода выявить особенности построения информационных баз, определяющих специфику интеграции автоматизированных систем КНД МЧС России.
2. Осуществить сравнительную оценку технологий построения информационных систем.
3. Обосновать применение информационных технологий в направлении реализации сетеориентированного пространства данных в деятельности работников надзорных органов.
4. Разработать предложения по синхронизации создаваемых баз данных органов КНД различных уровней.
5. Реализовать концепцию трансформации управления данными на основе сетеориентированных информационных услуг.

При успешном решении рассматриваемых задач будет обеспечено:

- а) размещение информации в сетеориентированном совместном пространстве данных непосредственно пользователями или информационными (автоматизированными) системами-источниками информации;
- б) предоставление пользователям возможности эффективного поиска, позволяющее быстро найти актуальную и релевантную информацию;
- в) повышение степени интеллектуализации информации, то есть представление информации как в виде текстовых документов или таблиц, так и в виде онтологических описаний.

Построенная на указанных выше принципах автоматизированная система будет являться ядром системы поддержки принятия управленческих решений (АС ППРУ) должностными лицами КНД МЧС России [4, 5].

На рис. 2 представлен вариант взаимодействия рассматриваемой системы с информационными системами (ИС) органов государственного управления (ОГУ) и федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ).

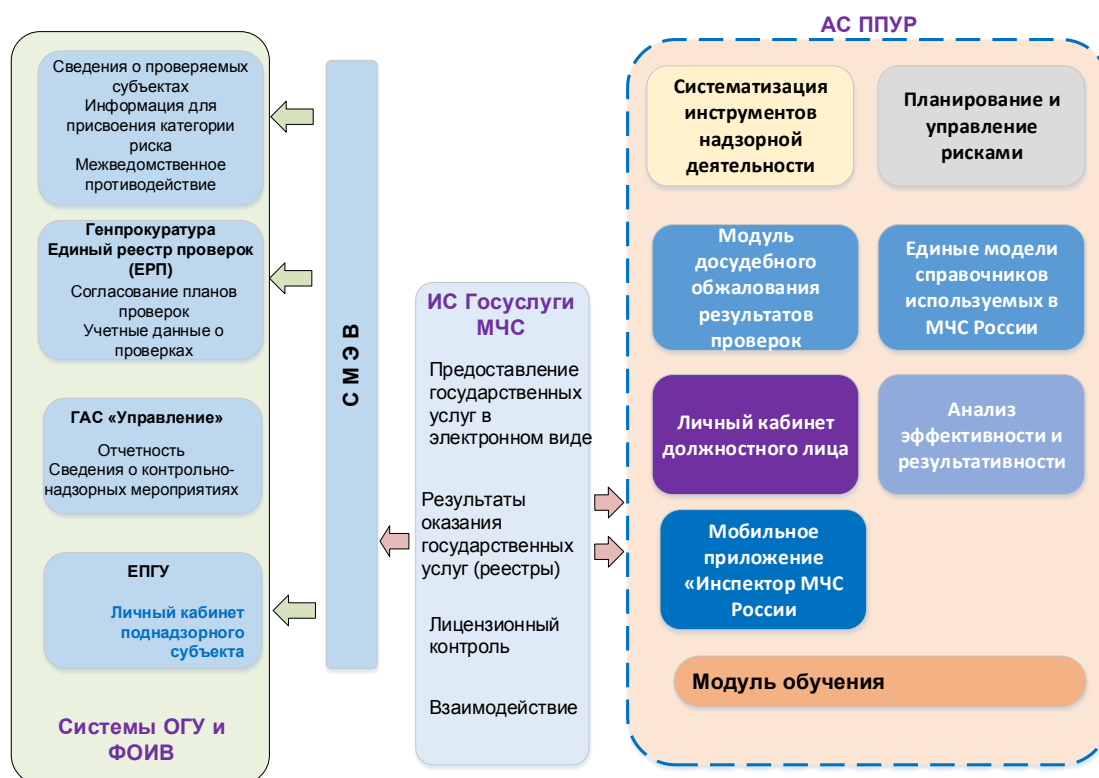


Рис. 2. Порядок взаимодействия АС поддержки принятия решений с ИС ОГУ и ФОИВ

Анализ построения указанных выше систем показывает, что они строятся на основе традиционного подхода к управлению данными, основанного на стандартизации схемы данных, их форматов, классификаторов и унификации методов доступа.

Однако особенностями современного состояния дел является то, что по мере развития информационных технологий, методов и способов ведения спасательных операций и надзорной деятельности происходит качественный рост объема информации, циркулирующей в системе управления МЧС России, особенно во взаимодействии с ОГУ и органами исполнительной власти различных уровней.

Анализ современного уровня развития средств вычислительной техники показывает, что возможен иной подход, основанный на значительном расширении доступа к данным.

Суть этого подхода заключается в переходе к парадигме «публикация данных до обработки». В соответствии с этой парадигмой данные от всех источников помещаются в сетевое ориентированное совместное пространство данных и становятся доступными всем авторизованным приложениям и пользователям вне зависимости от их локализации и организационной подчиненности.

Такой подход делает возможным создание систем, ориентированных на потребителя, – все данные видимы, доступны и понятны любому авторизованному пользователю.

Развитие этого подхода обеспечит возможность перехода от традиционного информационного взаимодействия «точка–точка» к взаимодействию «многие–со многими». В оперативном плане появится возможность децентрализации центров принятия решений, что обеспечит повышение оперативности управления, быстрое реагирование на изменения обстановки и условий развития чрезвычайных ситуаций (ЧС).

На основе сетевых ориентированных информационных услуг (СИУ) возможна постепенная трансформация технической основы системы управления от частных данных в наследованных системах и прикладных задачах, изолированных сетях, к сетевому информационному окружению, в котором авторизованные пользователи могут иметь доступ к любой информации и вносить свой вклад в интеллектуализацию данных.

Введение СИУ в состав автоматизированной информационно-управляющей системы Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС соответствует тенденциям развития современных инфокоммуникационных технологий, направленных на достижение баланса между информационными возможностями МЧС России и его информационными потребностями.

Литература

1. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности»: прилож. к протоколу президиума Совета при Президенте Рос. Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 21 дек. 2016 г. № 12 (в ред. от 30 мая 2017 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Об утверждении единых функционально-технических требований по автоматизации приоритетных видов регионального государственного контроля (надзора) в целях внедрения риск-ориентированного подхода: Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Рос. Федерации от 3 июня 2019 г. № 252. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Поиск задач интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России / Онов В.А. [и др.] // XII Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексная безопасность и физическая защита». 2015. С. 54–57.
4. Артамонов В.С., Чуприян А.П. Требования, предъявляемые к построению интегрированной автоматизированной системы органов управления подразделениями МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008. № 4 (8). С. 211–215.
5. Иванов А.Ю., Алексеева Е.В. Критерии оценки информации для системы поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2012. № 4. С. 1–6.



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ И ОГНЕУСТОЙЧИВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор, залуженный работник высшей школы Российской Федерации.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Т.П. Лазарева, кандидат химических наук, доцент;

Г.В. Макачук, кандидат педагогических наук, доцент.

Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева

Рассмотрены традиционные и инновационные материалы, применяемые в качестве огнезащитных добавок и покрытий, а также перспективные разработки огнеустойчивых материалов для строительства зданий и сооружений, негорючих заменителей древесины и бумаги.

Ключевые слова: огнезащитные материалы, огнеустойчивость, интумесцентные покрытия, нанотехнологии

MODERN FIRE-PROTECTIVE AND FIRE-RESISTANT MATERIALS

L.V. Medvedeva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

T.P. Lazareva; G.V. Makarchuk.

Military institute (engineering) of the Military academy of logistics named after army general A.V. Khrulev

Traditional and innovative materials used as flame retardants and coatings, as well as promising development of fire-resistant materials for the construction of buildings and structures, non-combustible substitutes for wood and paper, are considered.

Keywords: fireproof materials, fire resistance, intumescent coatings, nanotechnology

Наличие пожароопасных и горючих материалов в зоне пожара способствует быстрому распространению пламени. Примером тому является трагедия 25 марта 2018 г. в кемеровском торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня». Отделка помещений дешевыми легковоспламеняющимися материалами стала причиной моментального распространения пожара.

Одна из актуальных проблем пожарной безопасности заключается в создании новых и использовании традиционных огнеустойчивых и огнезащитных материалов.

Для защиты от огня металлических конструкций, являющихся наиболее важными элементами зданий, в качестве заполнителей, препятствующих проникновению огня во внутренние части конструкций, применяются: вспученный перлит (измельченное

и термически обработанное вулканическое стекло), асбест (природные тонковолокнистые силикаты) и вермикулит (природная гидрослюда).

Для защиты от пламени, а также в качестве шумо- и теплоизоляции к строительным металлическим конструкциям крепят на огнеустойчивый клей легкие перлитофосфогелиевые плиты, в состав которых кроме перлита входят песок, жидкое стекло, фосфорная кислота.

Асбест, цемент и жидкое стекло применяют для приготовления огнестойких обмазок, защищающих металлические конструкции от огня в течение нескольких часов.

Строительные материалы, изготавливаемые на основе минерального сырья: кирпича, бетона, металлов, стекла, газо- и пенобетонные материалы характеризуются высокой огнеустойчивостью.

Широко используемые в строительстве плиты из гипсокартона разрушаются после 20-минутного контакта с огнем, однако при этом не происходит выделения ядовитых веществ и дыма.

К горючим относятся материалы, содержащие органические вещества. В качестве утеплителей и облицовочных материалов в строительстве используются органические материалы: пенополистирол, пенополиуретан, поливинилхлорид, полипропилен и др.

Минимальной горючестью характеризуется поликарбонат, употребляемый в частном строительстве и хозяйстве для сооружения теплиц и беседок. А вот красивый материал ондулин, рекомендуемый для изготовления кровли, несмотря на рекламируемую безопасность, не отличается огнестойкостью.

Используемый для утепления пенополистирол даже после специальной обработки при пожаре горит с выделением дыма и токсичных веществ.

Угроза пожара существенно снижается при замене органических утеплителей на плиты из негорючих материалов: минеральной ваты (базальт) и тонкого слоя металла.

Огнеустойчивость строительных материалов значительно возрастает при нанесении штукатурки, использовании антипиренов, негорючих красок.

Основные способы защиты горючего материала антипиренами:

1. Нанесение на поверхность с последующим образованием защитной пленки;
2. Пропитка раствором;
3. Введение в качестве добавки при синтезе полимеров.

Например, для повышения огнестойкости пенополиуретана в состав полимера в качестве антипиренов вводят фосфат меламина и расширенный графит. Такой полимер рекомендуется использовать в качестве утеплителя при строительстве сооружений и жилых зданий (рис. 1).

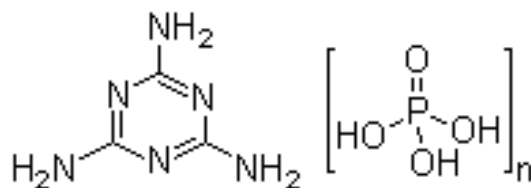


Рис. 1

Большой популярностью в строительстве пользуются огнезащитные краски и лаки, которые наносят на материал в несколько слоев. Особенно эффективны краски, созданные по интумесцентной технологии, предусматривающей вспучивание с увеличением в объеме в десятки раз и превращение защитного покрытия материала в пенококс под воздействием огня. Пенококс в течение определенного времени экранирует материал от влияния высокой температуры.

Огнезащитные интумесцентные покрытия находят широкое применение для предохранения изделий из неорганических и органических материалов.

Огнестойкой составляющей многих вспучивающихся красок служат антипирены – хлорид аммония и другие галогенсодержащие вещества, фосфаты аммония, фосфаты бора.

Антипирены, содержащие галогены, наносят вред здоровью. В последнее время в некоторых штатах США введено ограничение на добавление антипиренов в детские товары, матрасы, мягкую мебель. В связи с этим большое значение придается разработке антипиренов без галогенсодержащих веществ.

В состав большинства интумесцентных антипиренов в качестве обязательных входят вспенивающие, связующие и коксообразующие компоненты. Вспенивание антипиренов обусловлено содержанием в их составе фосфатов: диаммонийфосфата, полиаммонийфосфата, меламиновых производных полифосфорных кислот. В качестве связующих используются различные смолы. Иногда связующие могут быть и коксообразователями, например, мочевино- и меламиноформальдегидные, полиуретановые смолы. Коксообразующими веществами служат полиолы, сахара, декстрин.

Среди большого ассортимента интумесцентных покрытий важную роль играют огнезащитные покрытия на основе эпоксидной смолы, обладающие малой водопроницаемостью и высокой огнестойкостью. Эпоксидные составы твердеют не в результате испарения растворителя, как большинство красок, а при химической реакции с отвердителем, что позволяет наносить эти покрытия в широком интервале температур от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

При эксплуатации топливно-энергетических и нефтегазовых объектов наряду с огнезащитными материалами на основе эпоксидного связующего актуально использование силиконовых красок, хорошо зарекомендовавших себя во влажных условиях. Под воздействием воды силиконовые огнезащитные краски образуют прочные покрытия, похожие на резину [1].

В настоящее время производятся различные виды интумесцентных антипиренов неорганического и органического происхождения. К неорганическим относятся антипирены типа силиката натрия, синтетических филосиликатов (имеющих слоистую структуру), увеличивающихся в объеме при воздействии огня, природных минералов, таких как вермикулит. Известны интумесцентные антипирены, вспенивающиеся в результате образования углеродного каркаса, например, расширяющийся графит.

Терморасширенный графит – это материал нового поколения, широко применяющийся в различных областях, в том числе в качестве антипирена. Его получают окислением кристаллического графита с последующей термообработкой при температуре $1\,000^{\circ}\text{C}$ с высокой скоростью нагрева. Материал характеризуется высокой удельной поверхностью.

К последним разработкам относится изобретение интумесцентных коксообразующих антипиренов на основе 4,4'-динитросульфанилида, производных арилсульфонамида, защищающих от огня материалы органического происхождения.

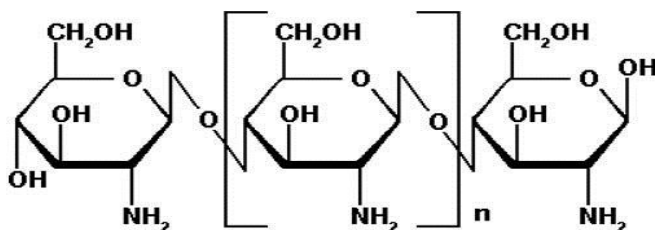
Актуальны разработки экологически безопасных антипиренов на основе природных оксикарбоновых кислот: галловой, лимонной, винно-каменной, слизиной, гликолевой, глиоксальной, глюконовой, глутаровой, сахарной и молочной в сочетании с солями аммония либо с оксидами и гидроксидами металлов (Sn, Al, Zn, Sb).

В этом году в Казани создан огнезащитный материал для несущих конструкций, не выделяющий вредные вещества при длительном нагреве. В состав материала входит вспенивающий компонент – меламин, антипирен – гидроксид алюминия, гидроксид калия (ингибитор коагуляции), связующее – жидкое калиевое стекло. К преимуществам огнезащитного лакокрасочного материала относят длительный срок хранения остатков, большой температурный интервал применения материала [2].

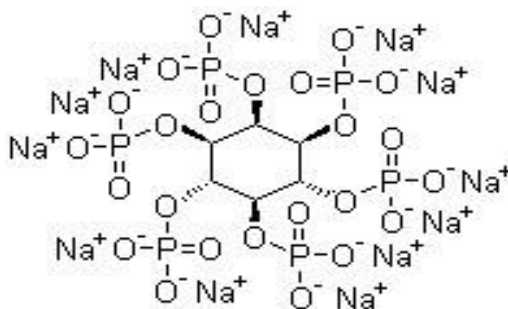
Огнезащита деревянных конструкций, бумаги и некоторых синтетических полимеров достигается применением нанотехнологий.

На основе наноцеллюлозы в Финляндии получено огнезащитное покрытие для древесины, образующее воздухонепроницаемую пленку [3].

В Китае разработали антипирен на основе бинарных нанокомпозитных пленок, содержащих хитозан (полисахарид):



фитат натрия:



для улучшения огнезащитных свойств хитозана, наноксид титана (TiO_2) и оксид цинка (ZnO).

Хитозан применяется для получения огнеустойчивого материала – «полимерной древесины». В процессе синтеза вместо лигнина дерева используется резольная смола, которую нагревают в смеси с водой, хитозаном и уксусной кислотой. После затвердевания получается материал, похожий на дерево, но устойчивый к огню, кислотам, воде.

Известная сюаньчэнская бумага стала огнестойкой после введения в ее структуру сверхтонких прочных гидроксиапатитовых (гидроксиапатит – минерал $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) нанопроволок [4]. В качестве каркаса использовалось кварцевое стекловолокно, а связующим веществом стал новый вид клея из аморфных наночастиц. Применение инновационной технологии убережет книги, картины, документы от пожара.

Структуру из нанонитей гидроксиапатита длиной 10^{-5} метра и толщиной 10^{-8} метра китайские ученые также использовали как основу огнеустойчивых обоев. Негорючесть бумаги усилена добавлением полидофамина.

Американские исследователи впервые применили природные наноматериалы: глиняные наночастицы и целлюлозные наноприфириллы при разработке огнезащитного покрытия для пенополиуретана, используемого для производства текстиля, мягкой мебели и изоляции [5].

Особую значимость в последнее время приобретают разработки по повышению огнестойкости конструкций и созданию огнезащитных материалов с использованием вторичного сырья. Внедрение таких инноваций способствует снижению стоимости продукта и положительному влиянию на экологию планеты.

Для повышения огнестойкости бетонных конструкций в Великобритании предложили заменить полипропиленовые волокна, добавляемые в бетон, на аналоги, извлекаемые из старых автомобильных покрышек [6].

Ученые Томского государственного архитектурно-строительного университета предложили способ получения огнестойкого вяжущего материала, альтернативного строительному гипсу из фторангидрита – отхода Сибирского химического комбината [7].

Невостребованные остатки древесины в сочетании с минералами (базальтом, гранитом, кварцем) использованы российскими учеными для получения «каменной древесины» – экологичного композита, устойчивого к огню. Инновационный материал с хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами планируется использовать в строительстве.

Несмотря на существование большого разнообразия антипиренов и огнеустойчивых материалов, задача по созданию новых более эффективных, дешевых, экологически безопасных, менее токсичных огнезащитных композиций не теряет своей актуальности.

Литература

1. Огнезащита строительных конструкций. URL: <http://lkmprom.ru/analitika/zaschitnyapokrytiya-ot-ognya-dlya-stroitelnykh-ko/> (дата обращения: 11.05.2020).
2. Фирма из Казани запатентовала огнезащитный ЛКМ на основе калиевого стекла. URL: <https://ogneportal.ru/news/russia/17343> (дата обращения: 11.05.2020).
3. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c4081d9db1e3900aff4efba/finskie-uchenyerazrabotali-pokrytie-dlia-dereva-na-osnove-biomassy> (дата обращения: 11.05.2020).
4. Китайские ученые создали новый вид огнеупорной бумаги. URL: <https://ogneportal.ru/news/world/14874> (дата обращения: 11.05.2020).
5. 14995 Ученые из США создали материал для повышения огнестойкости пенополиуретана. URL: <https://ogneportal.ru/news/> (дата обращения: 11.05.2020).
6. Британские ученые повысили огнестойкость бетона волокнами из шин. URL: <https://ogneportal.ru/news/world/15059> (дата обращения: 11.05.2020).
7. Томские ученые получили огнестойкий материал из отходов СХК. URL: <https://ogneportal.ru/news/15324> (дата обращения: 11.05.2020).

ОЦЕНКА ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ОГНЕННОГО ШАРА НА МОДЕЛИ

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

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

А.А. Пермьяков, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Обоснована актуальность создания вычислительной модели в оценке поражающих факторов огненного шара. Выявлены основные подходы моделирования процесса горения газа в огненном шаре. Представлена система дифференциальных уравнений баланса массы, энергии, концентрации компонентов и количества движения. Сформулированы граничные условия применительно к подвижной границе поверхности огненного шара и отмечены различия от стефановской постановки. Представлены сравнительные результаты натурного эксперимента и вычислительной модели в оценке временной динамики потока теплового излучения огненного шара и его размеров.

Ключевые слова: огненный шар, сжиженные углеводородные газы, выброс сжиженных углеводородных газов, газоздушная смесь, тепловое излучение, вычислительная модель, метод конечных разностей

EVALUATION OF DAMAGING FIRST BALL FACTORS ON THE MODEL

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

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

The relevance of creating a computational model in assessing the damaging factors of a fireball is substantiated. The main approaches to modeling the process of gas combustion in a fireball are revealed. A system of differential equations of the balance of mass, energy, concentration of components and momentum is presented. The boundary conditions are formulated as applied to the moving boundary of the surface of the fireball, and differences from the Stefan setting are noted. Comparative results of a full-scale experiment and a computational model

in estimating the temporal dynamics of the flow of thermal radiation of a fireball and its dimensions are presented.

Keywords: fireball, liquefied hydrocarbon gases, emission of liquefied hydrocarbon gases, gas-air mixture, thermal radiation, computational model, finite difference method

Одной из первоочередных задач руководителя тушения пожара (РТП) является необходимость обеспечения безопасных условий пожаротушения на основе нивелирования воздействия опасных факторов пожара (ОПФ) на личный состав, участвующий в тушении пожара.

В соответствии со статистическим данным, до 45 % случаев гибели сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС) в ходе пожаротушения связаны с последствиями образования горючих газо- и паровоздушных смесей [1]. Это в значительной степени обусловлено широким распространением технологий получения, транспортировки, хранения и использования сжиженных углеводородных газов (СУГ). В ходе пожаров на подобных объектах проявляются различного вида ОПФ с различными комбинациями воздействия результатов взрыва и теплового воздействия.

Исходя из данных, представленных в источниках [2, 3] по возможным авариям на объектах, связанных с оборотом СУГ, каждая из них достаточно специфична и неповторима. Однако по совокупности ряда признаков такие аварии можно сгруппировать во множества, для которых можно выявить сходство количественных и качественных оценок по основным показателям последствий, на которые может опираться РТП в процессе принятия решений.

Абсолютное большинство известных аварий на объектах, связанных с оборотом СУГ, начинается с полной разгерметизации закрытого технологического оборудования, при которой происходит его разрушение с последующим быстрым образованием горючей газовой смеси либо частичная разгерметизация, которая является следствием образования отверстия, имеющего значительную эффективную площадь истечения газообразной фракции СУГ. В первом случае при наличии постороннего источника зажигания одним из возможных сценариев развития таких аварий является возникновение так называемого «огненного шара» (ОШ) диаметром до 10 м [4].

Если имеет место аварийный выброс СУГ, а его масса часто превышает 1 000 кг, то продолжительность горения достигает 100 с, а диаметр ОШ превысит 50 м. Обоснование управленческого решения РТП базируется на прогнозе поражающих факторов ОШ, что требует решения задачи по моделированию процесса горения СУГ в структуре сферического пламени. Существует несколько подходов моделирования процесса горения газа в ОШ:

- первый подход основан на эмпирической зависимости геометрических размеров ОШ, продолжительности его существования и характеристик теплового излучения от массы аварийного выброса СУГ [2];

- второй подход предполагает изучение сложной внутренней структуры ОШ на основе известных газодинамических моделей процессов конвекции и теории радиационного теплопереноса, при этом время существования ОШ определяется скоростью образования горючей смеси, пренебрегая продолжительностью собственно химической реакции [4, 5];

- третий подход базируется на формировании моделей процессов горения газовой смеси на основе использования теории теплообмена [6].

Многое в развитии ОШ зависит от сценария образования облака газовой смеси: при разливе СУГ процесс горения протекает вокруг внешней оболочки ОШ, при мгновенном выбросе газовой смесь будет гореть в ядре ОШ. В этом случае происходит выброс определенной массы СУГ в изначально неподвижную атмосферу с уровня поверхности земли, при этом зажигание осуществляется по оси симметрии потока на высоте, превышающей несколько диаметров круглого отверстия, из которого произошел выброс СУГ.

Скорость горения ограничивается условиями турбулентности процесса смешивания газовой фракции СУГ и воздуха, в этом случае реакция считается бесконечно быстрой, одностадийной и необратимой.

Процесс образования ОШ и его горения с зажиганием газозвушной смеси в ходе вертикального выброса СУГ в атмосферу может быть описан при использовании осесимметричной постановки задачи в ходе совместного решения системы дифференциальных уравнений баланса массы, энергии, концентрации компонентов и количества движения.

В этом случае, учитывая геометрическую форму ОШ, целесообразно использовать сферическую систему координат, при этом модель турбулентности в уравнении баланса энергии базируется на осреднении нестационарных составляющих:

$$c(t) \cdot \rho(t) \cdot \frac{\partial(r, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\lambda_{\text{эжв}} \cdot \frac{\partial t}{\partial r} - c(t) \cdot r(t) \cdot u \cdot t \right] + \lambda_{\text{эжв}} \cdot \frac{\partial t}{\partial r} \cdot \frac{2}{r} + w(r, \tau) + Q(\tau), \quad (1)$$

где c, ρ, t – значения теплоемкости, плотности и температуры газовой смеси соответственно; r, τ – сферическая и временная координаты соответственно; $w(r, \tau), Q(\tau)$ – объемные источники излучения и тепла при горении СУГ соответственно; $\lambda_{\text{эжв}}$ – усредненное значение эквивалентного коэффициента теплопроводности; u – скорость протекания реакции горения паров СУГ.

Граничные условия применительно к нормальным условиям на момент начала пожара можно записать как:

$$\begin{aligned} &\text{при } r=0 \quad \partial T / \partial r = 0; \\ &\text{при } r=R \quad T(R, \tau) = T_a, \end{aligned}$$

где R – максимальное значение размера ОШ.

Граничные условия применительно к подвижной границе поверхности ОШ предполагают, что скорость ее перемещения относительно ее центра $\vec{\omega}$ определяется векторной суммой поверхностной скорости горения $\vec{u}_n$ и скорости расширения габаритов ОШ $\vec{\omega}_p$.

$$\vec{\omega} = \vec{u}_n + \vec{\omega}_p. \quad (2)$$

Для закона сохранения энергии применительно к подвижной границе ОШ справедлива постановка Стефана:

$$\lambda_{\text{эфф}} \cdot \frac{\partial t}{\partial r} \Big|_{r=R} = c \cdot \Delta H \cdot u, \quad (3)$$

где ΔH – тепловой эффект реакции горения СУГ.

Однако в постановке задачи (3) существуют определенные различия от стефановской постановки:

- температура фазового перехода численно равна адиабатической температуре горения паров СУГ T_a ;
- в качестве подвижной границы поверхности ОШ r принят фронт горения паров СУГ;
- теплота фазового перехода СУГ определяет ход процесса тепловыделения в достаточно тонком слое протекания реакции горения паровоздушной смеси;
- скорость продвижения наружной поверхности ОШ определяется скоростью распространения пламени на ней (u), и зависит от степени турбулентности процесса

образования паровоздушной смеси и термодинамических параметров протекания процесса горения.

Характерный линейный размер ОШ связан с основными термодинамическими показателями, следующими эмпирическими зависимостями [5]:

$$L_* = \sqrt[3]{\frac{\Delta H \cdot M_o}{\rho \cdot c_p \cdot T_a}}; \quad u = \sqrt{L \cdot g}; \quad \tau = \sqrt{\frac{L}{g}}, \quad (4)$$

где M_o – удельная теплота горения паров СУГ; g – ускорение свободного падения.

Силы инерции и силы плавучести, действующие на ОШ, связаны между собой числом Фруда:

$$Fr = \frac{u^2}{g \cdot \sqrt[3]{\frac{\Delta H \cdot M_o}{\rho \cdot c_p \cdot T_a}}}. \quad (5)$$

Величина эквивалентного коэффициента теплоотдачи обусловлена критериальными уравнениями теории тепломассопереноса в ограниченном объеме, а величина эффективного коэффициента теплоотдачи определяется зависимостью скорости горения смеси паров СУГ и воздуха от режима перемещения восходящих потоков этой смеси.

Объемные источник тепла при горении СУГ определяются значением теплового потока, который выделяется в ходе объемного горения образующейся в ОШ паровоздушной смеси:

$$Q(\tau) = \Delta H \cdot \frac{dz}{d\tau}, \quad (6)$$

где z – объемная доля паров СУГ в горючей газовойоздушной смеси, которая и определит скорость горения и, тем самым, скорость выделения тепла ОШ.

$$\frac{dz}{d\tau} = -K \cdot z, \quad (7)$$

где K – численный коэффициент, величина которого связана эмпирическими соотношениями в диапазоне падающей объемной доли паров СУГ в газовойоздушной смеси z от $z=z_o$ до $z=0$ от момента образования ОШ $\tau=0$ до его разрушения при $\tau=\tau_{ш}$.

В соответствии с данными, приведенными в источниках [4, 7], после окончания процесса расширения горючей газовойоздушной смеси в теле ОШ распределение температуры в его объеме приобретает равномерный характер. Тем самым становится возможным применить уравнение Менделеева-Клапейрона для описания соотношения между термодинамическими параметрами газовойоздушной смеси в теле ОШ:

$$P \cdot V_{см} = \frac{m_{см}}{\mu_{см}} \cdot R_{\mu} \cdot T, \quad (8)$$

где $P \approx P_o$ – давление газовойоздушной смеси в теле ОШ; $V_{см} \approx V_{ш}$ – объем газовойоздушной смеси в теле ОШ; $m_{см}$ – масса газовойоздушной смеси в теле ОШ; $\mu_{см}$ – молярная масса газовойоздушной смеси; R_{μ} – универсальная газовая постоянная.

В качестве исходных условий принимается положение о равномерном распределении теплового излучения по поверхности ОШ, в этом случае имеет место баланс между тепловой энергией, выделенной в объеме ОШ $w(\tau)$, и плотностью теплового потока с его поверхности q .

$$w(\tau) = \frac{3 \cdot q}{R}; \quad q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(\frac{T_w}{100} \right)^4, \quad (9)$$

где ε , T_w – степень черноты и абсолютная температура на поверхности ОШ соответственно; σ – коэффициент излучения абсолютно черного тела.

Спектральный состав излучения продуктов горения паров СУГ обусловлен сочетанием интенсивных спектральных линий углекислого газа и паров воды, а также непрерывного теплового излучения твердотельных частичек сажи [2]. Поэтому использование полной спектральной модели в решении уравнения лучистого теплопереноса при большом числе спектральных интервалов сопряжено со значительными затратами на производстве вычислительных операций. Поэтому целесообразным представляется использование модели излучения так называемого «серого» газа, основанной на аппроксимации смеси углекислого газа, паров воды и сажи, приведенной в источнике [4].

$$a_{g,j} = \sum_{k=1}^4 b_{g,j} \cdot T^{k-1}, \quad k_{g,s} = k_{g,j} \cdot P_t, \quad (10)$$

где $a_{g,j}$ – весовые коэффициенты поглощения компонентов, аппроксимированные полиномами третьей степени по температуре; $k_{g,j}$ – модальный коэффициент поглощения «серого» газа; P_t – суммарное парциальное давление углекислого газа и паров воды в продуктах горения паров СУГ.

В рамках выбранной модели поток теплового излучения с поверхности ОШ является суммой отдельных тепловых потоков, уравнения которых учитывают величину плотности теплового потока при излучении абсолютно черного тела q_R и значение модального коэффициента поглощения $k_{g,j}$.

$$q_R = \sum_{j=1}^K q_{R,j}, \quad \nabla q_{R,j} = K_j \cdot (a_{g,j} \cdot E_b - E_j), \quad (11)$$

где E_b – плотность потока лучистой энергии абсолютно черного тела; E_j – плотность потока лучистой энергии «серого» тела, которое представляют собой продукты горения СУГ в теле ОШ.

Уравнение теплопереноса лучистой энергии (11) решается на основе диффузионного приближения для сажевых компонентов и модели объемного высвечивания для газовых компонентов в продуктах горения [3]. Для случая теплового излучения ОШ плотность потока энергии, излученной «серым» газом E_j , будет существенно меньше плотности потока энергии, излученной сажевыми компонентами. Это значение будет близко по величине плотности потока лучистой энергии абсолютно черного тела E_b . Учитывая сферическую форму ОШ, уравнение (11) преобразуется к уравнению эллиптического типа:

$$q_{R,j} = -\frac{\nabla E_j}{3 \cdot K_j}; \quad \nabla \left(\frac{1}{3 \cdot K_j} \right) \cdot \nabla E_j = K_j \cdot (E_j - a_j \cdot E_b). \quad (12)$$

Более точно описать процессы тепломассообмена на подвижной границе ОШ позволяет уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho_n(t)}{\partial \tau} = -u \cdot \frac{\partial \rho_n(t)}{\partial r}. \quad (13)$$

Решение системы дифференциальных уравнений (1–13) предполагает использование метода конечных разностей, причем предполагая процесс горения газовой смеси внутри ОШ послойным, масса газовой смеси внутри ОШ $m_{см}$ разделяется на равные микромассы m , числом n . Ширина объема, занимаемого микромассой газовой смеси m , будет уменьшаться от центра к наружной поверхности ОШ. Указанная ширина объема принимается за шаг численного интегрирования по координате r . Величина минимального шага ограничена значением температуры продуктов горения в предпоследнем координатном слое, равном $t=1100$ °С, поскольку именно в этих условиях величина тепловыделения становится значимой.

Предлагаемая вычислительная модель была реализована с использованием программного комплекса TOXI+Risk, версия 5.0, дополненного специализированным вычислительным модулем, выполненным на Visual Basic. Панель ввода начальных данных счета программного комплекса TOXI+Risk на основе модели излучения ОШ представлена на рис. 1.

The screenshot shows the 'Сферический шар' (Spherical sphere) window of the TOXI+Risk 5.0 software. The interface is divided into several sections:

- Методика (Methodology):** Includes radio buttons for different calculation methods: 'ГОСТ 12.3.047-98', 'Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО.2008', and 'Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО.2010/ГОСТ 12.3.047-2012'.
- Вещество (Substance):** Includes a text field for 'Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени' (350000 Вт/м²) and a dropdown for 'Масса ОБ' (10 кг).
- Высота центра ОШ (Height of the center of the fire):** Includes a text field (0 м) and a dropdown.
- Table of Thermal Radiation Parameters:** A table with columns for distance from the center of the fire (r), heat flux (q), and distance from the fire (R). The table contains several rows of data, including values for r (1400, 4200, 7000, 10500, 13900, 14800) and q (104.42, 60.94, 47.23, 38.5, 33.34, 32.27).
- Checkboxes for Corrections:** A section titled 'Поправки с учетом предельно допустимой дозы излучения (ГОСТ 12.3.047-98)' with checkboxes for various correction factors.
- Buttons for Calculations:** A series of buttons at the bottom for performing different types of calculations, such as 'Определение расстояния от проекции центра ОШ на поверхность земли по заданной дозе теплового излучения'.

Рис. 1. Панель ввода начальных данных программного комплекса TOXI+Risk 5

Сравнительные результаты натурного эксперимента и вычислительной модели в оценке временной динамики потока теплового излучения ОШ и его размеров представлены в графической форме на рис. 2.

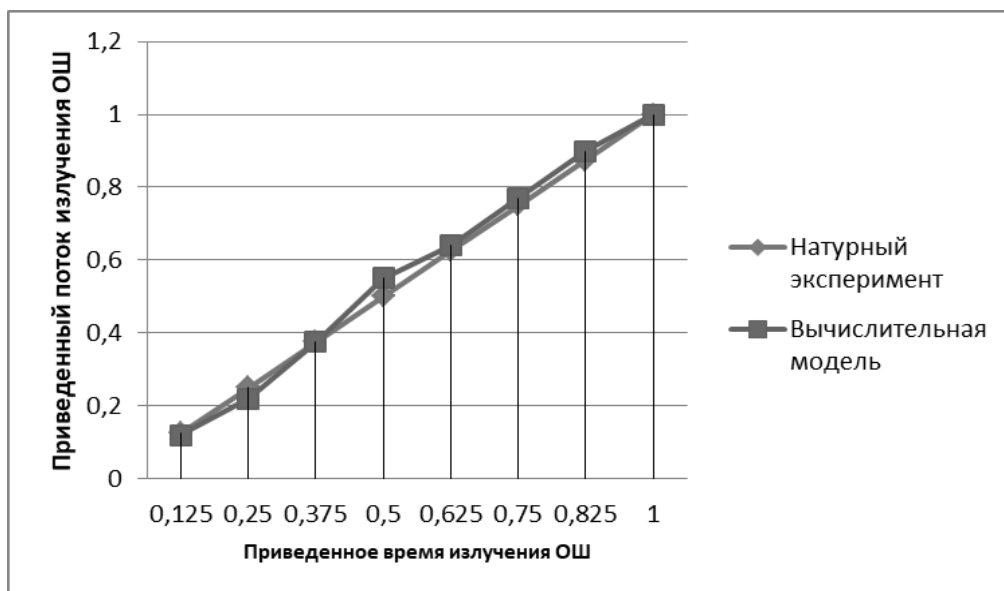


Рис. 2. Сравнительные результаты натурального эксперимента и вычислительной модели в оценке потока теплового излучения ОШ

Сравнительные результаты натурального эксперимента и вычислительной модели в оценке изменения размеров ОШ представлены в графической форме на рис. 3.

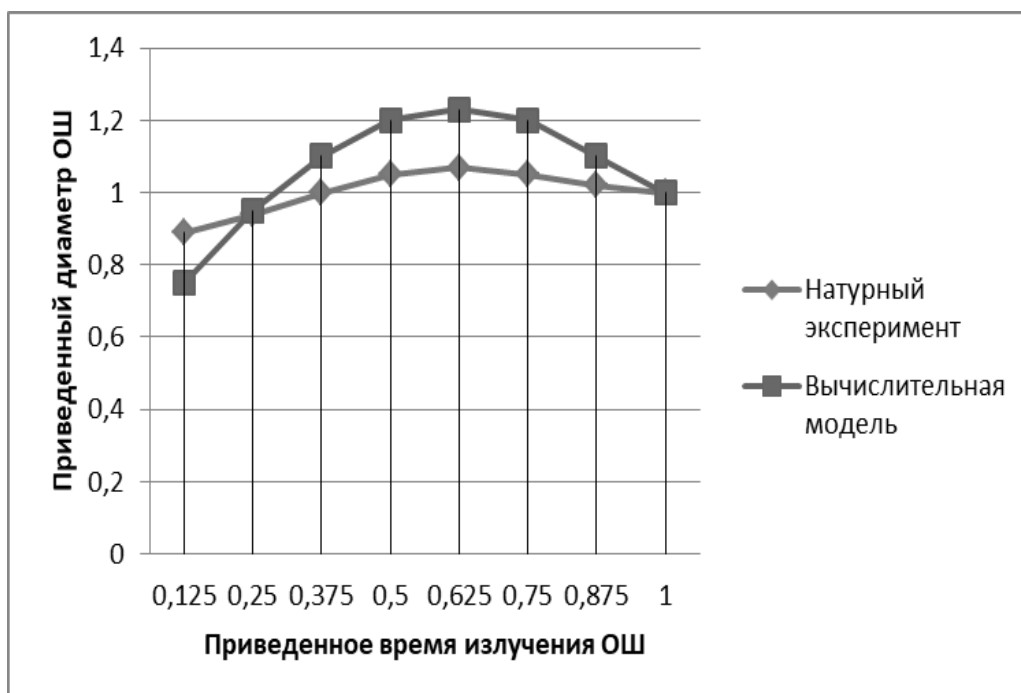


Рис. 3. Сравнительные результаты натурального эксперимента и вычислительной модели в оценке изменения размеров ОШ

Результаты расчета характеристик ОШ, образующегося вследствие аварийного выброса 1 000 кг СУГ, в целом коррелируются с экспериментальными данными, приведенными в источнике [7], что подтверждает адекватность представленной вычислительной модели.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 672 с.
3. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович [и др.]. М.: Наука, 1980. 478 с.
4. Махвиладзе Г.М., Робертс Дж.П., Якуш С.Е. Огненный шар при горении выбросов углеводородного топлива // Физика горения и взрыва. 1999. Т. 35. № 3. С. 17–19.
5. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.: Химия, 1991. 432 с.
6. Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. М.: Пожнаука, 2007. 265 с.
7. Суржиков С.Т. Полуэмпирическая модель динамики и излучения крупномасштабных огневых шаров, образующихся при авариях ракет // ТВТ. 1997. Т. 35. № 6. С. 972–939.

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ ГИДРОСТАТИКИ И ГИДРОДИНАМИКИ В ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

Известные примеры из гидростатики и гидродинамики рассмотрены с позиций молекулярно-кинетической теории вещества. Показана возможность их использования для обеспечения техносферной безопасности.

Ключевые слова: гидростатика, гидродинамика, техносферная безопасность

SOME HYDROSTATICS AND HYDRODYNAMICS EXAMPLES IN SAFETY ISSUES

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

The molecular kinetic theory is used for description of famous hydrostatic and hydrodynamic problems. These examples can be used for demonstration of technosphere security.

Keywords: hydrostatics, hydrodynamics problems, technosphere security

В последнее время наблюдается тенденция снижения подготовки большинства обучающихся и уровень их базовых, первоначальных знаний остается достаточно низким. Это связано отчасти с преобразованиями, навязанными оптимизацией школьных программ базового уровня, и разделением обучения на гуманитарный и технический профиль подготовки. С другой стороны, это, безусловно, определено современным этапом развития человеческого общества, где развитие познавательной составляющей личности не является самым главным и принципиально необходимым для функционирования индивидуума.

В таких условиях повышение общего уровня знаний и активизация познавательной активности обучающихся в высшей школе, по-видимому, является возможным на основе задач, содержащих как профессионально ориентированные примеры, так и примеры обычных реальных ситуаций окружающей действительности. Именно поэтому, на взгляд автора, крайне необходимо вводить эти примеры и их объяснение на основе объективных

фундаментальных законов естествознания. Такие примеры, связанные с моделированием ситуаций в техносферной безопасности и выводов, которые можно сделать из их решения, приведены в целом ряде работ. Так, в источниках [1, 2] рассмотрены вопросы безопасности дорожного движения и некоторые аспекты при проведении спасательных работ с помощью законов классической механики. В статьях [3, 4] законы электростатики и протекания электрического тока использованы для объяснения явления электростатического пробоя и короткого замыкания в цепи. Последние, как известно, являются основными причинами пожаров [5]. В работе [6] обсуждается возможность использования классической модели атома как основы объяснения, поясняется явление магнетизма и его использование в пожарно-технической экспертизе. Следует отметить, что все работы используют главную парадигму безопасности, согласно которой основой безопасности жизнедеятельности в любых проявлениях является соблюдение и следование объективным законами природы.

В этой работе будут рассмотрены некоторые примеры безопасности, связанные с физическими понятиями важного раздела гидростатики и гидродинамики. Именно эти разделы являются ключевыми и входят как дисциплины профессионального блока во все специальности подготовки специалистов инженерно-технического профиля. Будут обсуждаться лишь некоторые явления и законы, однако рассматриваться они будут на основе представлений молекулярно-кинетической теории вещества, что, насколько известно, не следует традиционному изложению курса физики. Вместе с тем расчет параметров различного рода нефте- и газохранилищ, определение предельно допустимых перегрузок газовых сетей и нефтепроводов, эксплуатационная нагрузка гидро-, тепло и атомных станций производится именно на основе законов механики движущейся жидкости. Факт того, что такие объекты являются объектами повышенного уровня опасности, а своевременная профилактика и соблюдение норм и требований безопасности необходимы, не вызывает никаких сомнений.

Молекулярно-кинетическая теория как основа механики жидкости и газов

Большинство веществ может находиться в трех агрегатных состояниях – газообразном, жидком или твердом. Эти состояния могут быть описаны посредством молекулярно-кинетической теории вещества. Здесь необходимо отметить следующие обстоятельства. Во-первых, любое вещество состоит из большого числа N частиц (атомов или молекул), которые находятся в непрерывном движении. Скорости движущихся частиц разные, поэтому можно говорить о средней кинетической энергии:

$$\bar{E}_k = \frac{1}{N} \sum_i E_i \text{ теплового движения,}$$

где E_i – кинетическая энергия отдельной частицы. Во-вторых, между частицами существуют силы взаимодействия, которые являются консервативными. Поэтому можно говорить о потенциальной энергии их взаимодействия. Потенциальная энергия взаимодействия зависит от расстояния между взаимодействующими частицами. Она достигает минимального значения $U_{\min}$ при наиболее близком их расположении. Итак, все частицы любого вещества обладают средней кинетической энергией и потенциальной энергией их взаимодействия. Соотношение этих величин и определяет вид агрегатного состояния вещества и его свойства. Так, для газов $\bar{E}_k \gg U_{\min}$ и частицы могут свободно перемещаться внутри предоставленного им объема, двигаясь хаотично. Именно это обстоятельство определяет отсутствие у них объема и формы. В другом предельном случае $\bar{E}_k \ll U_{\min}$ имеем состояние *твердого тела*. В твердых телах частицы образуют плотную упаковку и могут лишь совершать небольшие колебательные движения около положений равновесия. Они

обладают собственным объемом и формой. Промежуточное состояние в этой классификации занимают *жидкости*, для которых $\bar{E}_k \approx U_{\min}$. При их описании нельзя игнорировать силы взаимодействия. Жидкости имеют собственный объем, но занимают любую предоставленную им форму.

Несмотря на разные агрегатные состояния, все реальные тела способны деформироваться, что связано с изменением расстояния между атомами. Описание этих деформаций является сложным. Поэтому в механике задача ставится по-иному. Если большое число близко расположенных атомов движется одинаково, то можно описать движение такого элемента как единого целого. Именно таким образом вводится понятие сплошной среды. Сплошную среду мы представляем в виде совокупности макроскопически малых областей. Выделенная область является макроскопически малой, если в ней содержится достаточно большое число частиц, но объем этой области мал по сравнению с объемом тела. Обычно такие размеры принято называть физически бесконечно малыми. Действительный их размер определяется постоянством величины и направления скорости частиц на всем их протяжении. Например, в одном грамме воды содержится приблизительно 10^{22} молекул в одном кубическом сантиметре. Это означает, что при выделении области в один кубический миллиметр имеется большое число частиц, условие макроскопичности выполнено. Однако необходимо проверить условие постоянства скорости в условиях конкретной задачи, чтобы считать такую область за физически бесконечно малый объем.

Разные агрегатные состояния определяют разный характер деформации тел. Для твердых тел имеют место два простейших вида деформаций – растяжения (сжатия) и сдвига. Примером первой является растяжение (сжатие) пружины, стержня, нити и т.п. Деформация сдвига – это сдвиг горизонтальных слоев твердого тела друг относительно друга. Все остальные виды деформаций в телах являются комбинациями этих простейших. Опыт показывает, что газы и жидкости ведут себя как упругие тела только в отношении изменения своего объема и в них существует только всестороннее сжатие.

Определение формы для хранения жидкости

Вопрос о форме объекта для хранения жидкости или газа (например, нефте- или газохранилища) является чрезвычайно актуальным. С одной стороны форма должна быть такой, чтобы можно было уместить как можно большее количество продукта. С другой – она должна отвечать требованиям безопасности хранения. Здесь не будет рассматриваться техническая сторона материалов, из которых изготовлены хранилища, их коррозионная стойкость. Остановимся на физической стороне, отвечая на вопрос, как рассчитать силу, с которой жидкости или газ действует на поверхности разной формы.

Для этого, прежде всего, следует вспомнить закон Паскаля. Из опыта следует, что сила, действующая на единичную площадку жидкости или газа, для всех направлений площадки одинакова. Это обусловлено тем, что в жидкостях и газах нет деформации сдвига и все силы определяются только деформациями сжатия. Поэтому сила, действующая на площадку, всегда нормальна или перпендикулярна этой площадке. Как известно, давлением в жидкости и газе называется физическая величина, определяемая следующим отношением:

$$p = \frac{dF}{dS}, \quad (1)$$

где dF – элементарная сила, действующая нормально на выделенную площадку dS . Для неподвижной, иначе – статичной жидкости, занимающей некоторый объем, справедлив закон Паскаля: давление в жидкости передается без изменения во все стороны одинаковым образом.

Рассмотрим жидкость, помещенную в закрытый сосуд в поле силы тяжести Земли. Определим давление в жидкости на разных уровнях. Для этого в жидкости выделим некоторый объем и рассмотрим условия его равновесия (рис. 1).

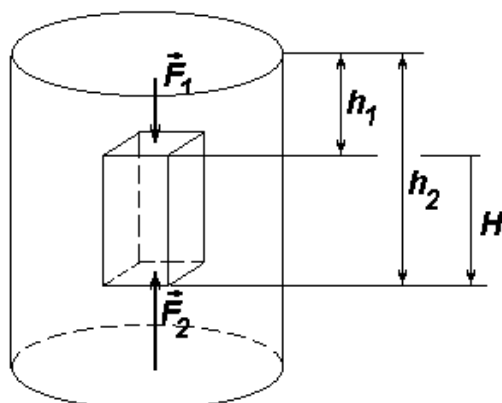


Рис. 1. К определению гидростатического давления

Поскольку выделенный объем находится в равновесии, то сумма сил, действующих на него, равна нулю. Нетрудно понять, что сумма сил, действующих на боковую поверхность, равна нулю в силу их парной компенсации. Поэтому условие равновесия имеет вид:

$$p_2 S - p_1 S = mg ,$$

где p_1 , p_2 – давления на верхнее и нижнее основания выделенного объема, соответственно.

Поскольку масса жидкости равна:

$$m = \rho g V ,$$

где ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения, то имеем:

$$p_2 - p_1 = \rho g (h_2 - h_1) .$$

Если начало отсчета высоты принять за ноль $h_1 = 0$, то давление на глубине h определяется соотношением:

$$p = p_0 + \rho g h , \quad (2)$$

где p_0 – давление на поверхности жидкости.

В различных ситуациях для безопасности оказывается важным определение силы давления жидкости, производимой на поверхности различных форм. Такая задача может, например, стоять при выборе оптимальной формы и расчете толщины стенок хранилища или вопросов безопасности подводного корабля. Определим силу давления со стороны воды на боковую поверхность и основание закрытого аквариума, представляющего собой параллелепипед длиной ℓ , высотой h и шириной b (рис. 2).

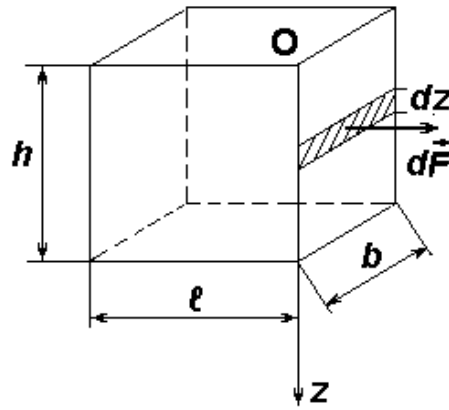


Рис. 2. К определению силы давления на основание и боковую поверхность параллелепипеда

Система координат показана на рис. 2. Давление, производимое столбом жидкости в закрытом сосуде на линии уровня любой высоты h , определяется соотношением (1), где p_0 положено равным нулю. Давление в любой точке жидкости по закону Паскаля передается во все стороны одинаковым образом. Давление на основание $S_1 = \ell b$ равно $p_1 = \rho gh$. Тогда сила давления на это основание в соответствии с (1) равна:

$$F_1 = p_1 S_1 = \rho gh \ell b = mg.$$

Теперь вычислим силу давления на одну из боковых граней. Заметим, что от точки к точке по координате z величина давления меняется:

$$p = \rho gz. \quad (3)$$

Поэтому элементарная сила давления, действующая на площадку dS , определяется соотношением:

$$dF = p \cdot dS = \rho gz \cdot b dz.$$

Полная сила давления на одну грань боковой поверхности может быть найдена следующим образом:

$$F_2 = \int dF = \int_0^h \rho g z b \cdot dz = \rho g b \int_0^h z \cdot dz = \frac{\rho g b h^2}{2} = \frac{1}{2} mg \frac{h}{\ell}.$$

Заметим, что при $h \leq \ell$ эта сила меньше силы тяжести и силы давления на дно параллелепипеда.

Физической причиной возникновения сил давления на боковые стенки являются особые свойства именно жидкости или газа. Фактически, эти силы являются проявлением закона Паскаля. Изменим условие предыдущей задачи. Пусть имеется закрытый сферический объем (аквариум) радиуса R (рис. 3).

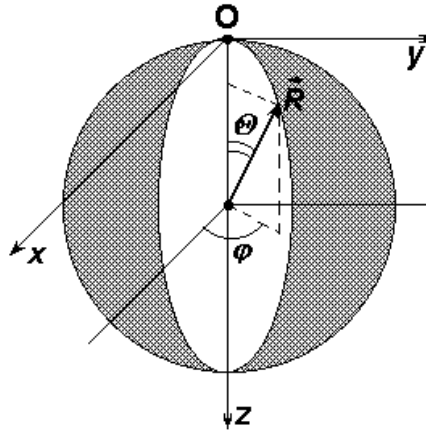


Рис. 3. К определению силы давления на поверхность сферы

Вновь можно определить давление, производимое жидкостью в любой точке на уровне z , согласно соотношению (3). Тогда элементарная сила давления dF , действующая на малую площадку dS , определяется как $dF = p \cdot dS$. Здесь давление в точке может быть определено следующим образом:

$$p = \rho g z = \rho g R(1 - \cos \varphi).$$

Бесконечно малый элемент сферической поверхности радиусом R определяется как:

$$dS = R^2 \sin \theta d\theta d\varphi,$$

где θ и φ – широтный и азимутальный углы (рис. 4).

Тогда:

$$F = \int dF = \int_0^\pi d\theta \int_0^{2\pi} d\varphi \rho g R(1 - \cos \varphi) \cdot R^2 \sin \theta = 4\pi \rho g R^3 = 3mg.$$

Сила давления на стенку сосуда в данном случае в три раза больше силы тяжести жидкости. Поскольку в пространстве существуют три независимые степени свободы, то на каждую из них в данном случае приходится средняя сила давления равная mg .

Определим теперь силу давления со стороны жидкости на боковую поверхность и дно цилиндра радиусом R и высотой h (рис. 4).

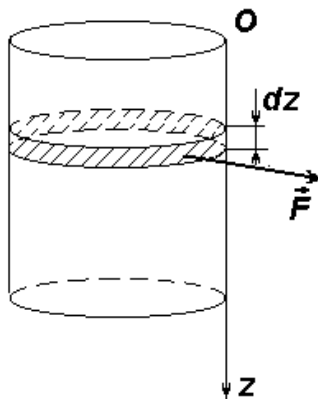


Рис. 4. К определению силы давления в цилиндре

Силу давления на дно цилиндра определить достаточно просто. Поступая также как и выше, имеем:

$$F_1 = p_1 S_1 = \rho g h \pi R^2 = mg.$$

Давление, производимое жидкостью в любой точке на уровне z , $p = \rho g z$. Бесконечно малый элемент боковой поверхности цилиндра равен $dS = 2\pi R dz$. Тогда сила давления на боковую поверхность вычисляется следующим образом:

$$F = \int dF = \int_0^h dz \rho g z 2\pi R = 2\pi \rho g R \frac{h^2}{2} = mg \frac{h}{R}.$$

Во всех рассмотренных примерах была определена сила давления на поверхности различной формы. Полученные результаты можно использовать при выборе оптимальной формы сосуда и расчетах толщины его стенок. Именно поэтому для перевозки нефте- и бензопродуктов используют в основном хранилища цилиндрической формы. Это особо важно для обеспечения безопасности хранения и транспортировки различных жидкостей.

Движущаяся жидкость как источник опасности

Течение жидкости или газа по трубам, газопроводам, нефтепроводам, каналам представляет собой в общем случае сложную задачу. В частности, это обусловлено тем, что во всех точках пространства, занятого движущейся жидкостью, скорости частиц различны как по величине, так и по направлению. В движущемся газе от точки к точке пространства меняется его плотность, давление, температура и т.д. Возможные взрывы при транспортировке объясняются не только утечками, но и значительным превышением давления жидкости или газа в трубе. Эти же вопросы часто встречаются в разных областях человеческой деятельности, например, в рамках такой модели можно рассматривать движение крови по сосудам человека и движение автомобильного транспорта в крупных городах [7].

Простейшей моделью течения жидкости является стационарное течение. Течение жидкости называют стационарным, если все параметры жидкости остаются с течением времени постоянными в любой точке пространства, занимаемой движущейся средой. Описание упрощается, если использовать модель идеальной жидкости. Идеальная жидкость – это однородная и изотропная в пространстве среда, то есть среда с неизменной плотностью. При ее движении в пространстве между отдельными частями такой жидкости отсутствует трение. Силу трения между слоями жидкости иначе называют вязкостью. Описать движение каждой частицы невозможно, поскольку частиц много и необходимо решать большое число уравнений с большим числом начальных условий. Поэтому поступают иначе. Обычно вводят характеристики, которые определяют бы всю жидкость как целое. Такие характеристики особенно привлекательны, если имеет место стационарное установившееся течение жидкости. В этом случае вводят понятие линии тока. Это линия, в каждой точке которой вектор скорости направлен по касательной (рис. 6). Для стационарного течения такие линии, по сути, являются траекториями движения частиц, поскольку не происходит перемешивания ее слоев из-за отсутствия вязкости.

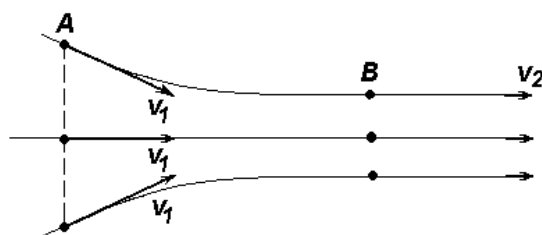


Рис. 6. К определению линий тока

Удобство введения линий тока объясняется и следующим обстоятельством. Пусть в некоторой точке A в момент времени t_1 частица обладает скоростью $\vec{V}_1$ (рис. 6). Перемещаясь с течением времени, эта частица в момент времени t_2 приходит в точку B , где ее скорость определяется вектором $\vec{V}_2$. При этом в точку A в момент t_2 придет другая частица жидкости. Однако в этой точке она будет обладать той же самой скоростью $\vec{V}_1$, что и предыдущая. Густота линий тока характеризует величину скорости. Где линии расположены гуще друг к другу, там значение скорости больше. Таким образом, линиями тока задается поле скоростей стационарной жидкости. При стационарном течении линии тока ограничивают некоторую поверхность или трубку тока (рис. 7).

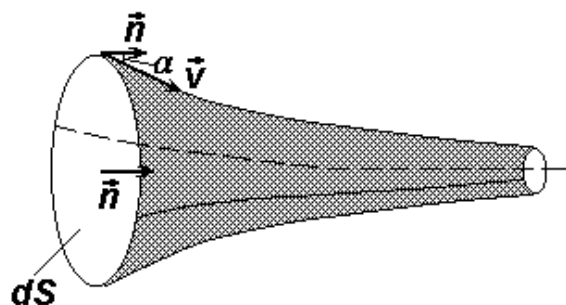


Рис. 7. К определению трубки тока

Такая трубка непроницаема, то есть частицы не могут выходить из объема, ограниченного поверхностью линий тока. Также частицы и не попадают в трубку извне. Будем считать сечение трубки $d\vec{S}$ настолько малым, чтобы скорость жидкости во всех точках одного и того же сечения была одинаковой.

Для характеристики протекающей стационарной жидкости вводят понятие потока – как массы жидкости, переносимой за единицу времени через бесконечно малый элемент поверхности $d\vec{S}$ в направлении ее нормали $\vec{n}$. Будем считать, что направление скорости $\vec{V}$ совпадает с направлением нормали $\vec{n}$ (рис. 8 а).

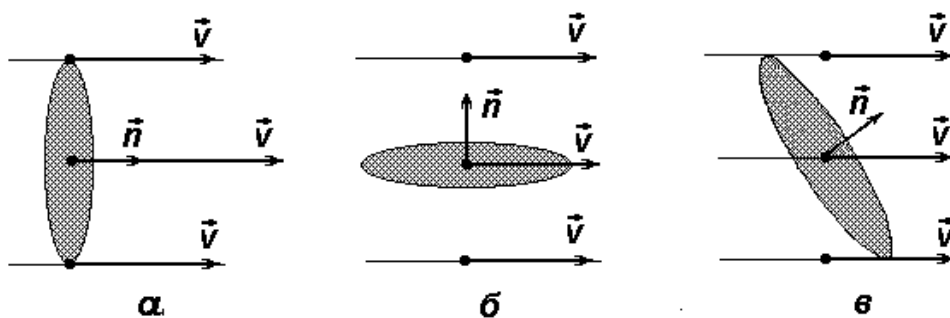


Рис. 8. К определению понятия потока

За время dt через сечение dS протечет жидкость, объем которой равен объему цилиндра основанием dS и длиной Vdt , где V – скорость жидкости, которая считается неизменной во всех точках сечения dS . Тогда масса жидкости, протекающая за время dt через элемент dS , равна:

$$dm = \rho V dS dt .$$

Следовательно, количество жидкости, протекающее через элементарное сечение dS за единицу времени:

$$d\Phi = \frac{dm}{dt} = \rho V dS .$$

Это соотношение называется элементарным потоком. Меняя ориентацию площадки $d\vec{S}$, можно убедиться, что в общем случае (рис. 8 б, в) элементарный поток определяется соотношением:

$$d\Phi = \rho \vec{V} d\vec{S} = \rho V dS \cos \alpha ,$$

где α – угол между направлением вектора скорости $\vec{V}$ и нормалью $\vec{n}$ к поверхности.

Полный поток Φ через площадку S может быть найден как сумма элементарных потоков или как интеграл:

$$\Phi = \int_S \rho \vec{V} d\vec{S} . \quad (4)$$

При стационарном течении жидкости за одинаковые промежутки времени через два разных сечения S_1 и S_2 проходят одинаковые массы жидкости. Тогда для любых сечений токовой трубки имеем:

$$V_n S = \text{const} , \quad (5)$$

где V_n – проекция скорости на нормаль к сечению трубки.

Это выражение отвечает закону сохранения массы протекающей идеальной жидкости и следует из более общего уравнения непрерывности. Соотношение (5) отражает простой факт: там, где сечение трубки уменьшается, значение скорости движения жидкости возрастает. Именно поэтому линии тока позволяют судить о распределении скорости в потоке.

Описание движущейся жидкости (рис. 9) проводят обычно с помощью уравнения Бернулли, отражающего закон сохранения энергии и имеющего следующий вид для любой точки внутри трубки стационарного тока:

$$\rho g h + \rho \frac{V^2}{2} + p = \text{const} . \quad (6)$$

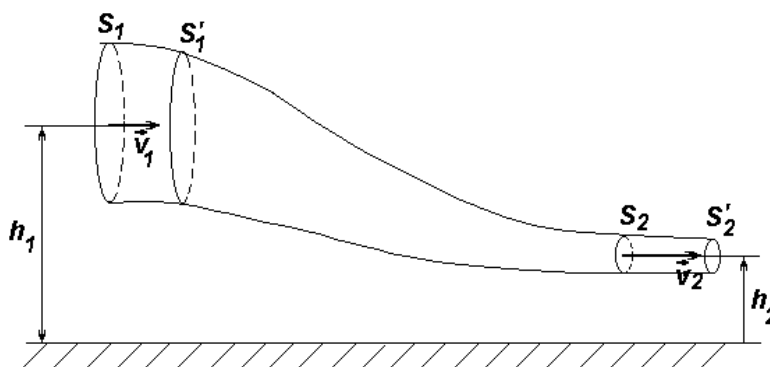


Рис. 9. К выводу уравнения Бернулли

Здесь жидкость находится в поле силы тяжести Земли, $\vec{V}$ – скорость жидкости в соответствующих сечениях, p – гидростатические давления жидкостей, h – высоты центров сечений. Первое слагаемое уравнения (6) называют гидростатическим давлением, оно связано с потенциальной энергией соответствующей массы жидкости. Второе – кинематическое давление, определяемое кинетической энергией движущейся массы. Поскольку жидкость идеальна, а, следовательно, отсутствуют силы трения, то изменение полной энергии происходит за счет работы внешних сил.

Пусть идеальная жидкость протекает по горизонтальному каналу переменного сечения (рис. 10), что и наблюдается в большинстве трубопроводов на поверхности. Это означает, что центры тяжести жидкостей, протекающих по всем сечениям, находятся на одной и той же высоте. Значит и их потенциальная энергия в поле силы тяжести Земли одинакова. Тогда уравнение Бернулли (6) сводится к виду:

$$\rho \frac{V^2}{2} + p = \text{const} . \quad (7)$$

В соответствии с (5) должен выполняться закон сохранения масс жидкости, протекающей через любое сечение $VS = \text{const}$. Последнее равенство означает, что идеальная жидкость имеет тем большую скорость, чем меньше площадь сечения. Тогда, согласно (7), в этом же сечении и давление, производимое жидкостью, меньше, чем в сечении с большей площадью. На рис. 10 представлены три сечения горизонтального канала, для которых выполнено соотношение $S_1 > S_2 > S_3$. Тогда из (5) и (7) найдем следующие соотношения скоростей $V_1 < V_2 < V_3$ и давлений $p_1 > p_2 > p_3$. Такое объяснение следует из закона Бернулли.

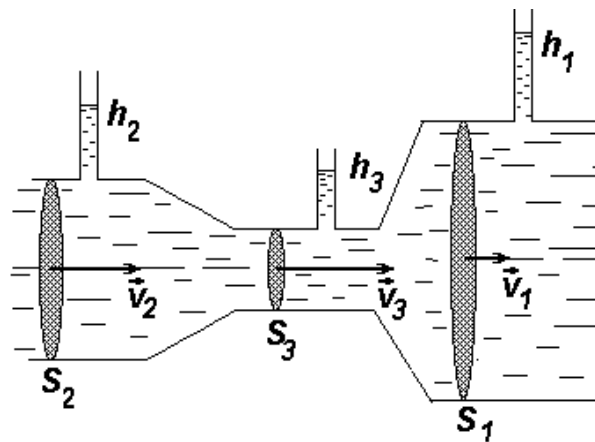


Рис. 10. Протекание жидкости по горизонтальному каналу переменного сечения

Вместе с тем, согласно законам молекулярно-кинетической теории, атомы представляют собой идеальные шарики, абсолютно упруго сталкивающиеся между собой и стенками сосуда. Почему атом должен оказывать меньшее давление на стенку сосуда, если он движется с большей скоростью и, следовательно, большей кинетической энергией? Казалось бы, такой атом должен оказывать на стенку большее давление, поскольку он должен передавать стенке больший импульс.

Заметим, что жидкость имеет одинаковую плотность во всей трубе и, следовательно, количество атомов, прошедшее через любое сечение трубы, будет одинаковым. Поскольку сечение S_3 узкого участка меньше широкого S_2 , атомы должны на этом участке иметь

большую скорость, чтобы поддерживать постоянным общий поток. Для увеличения скорости жидкости, когда она входит в узкий участок $S_2 \rightarrow S_3$, давление внутри узкого участка должно быть меньше, чем в широком $p_2 > p_3$. Большее давление перед узким участком создает суммарную силу, толкающую жидкость в узкий участок при ее входе, что и вызывает увеличение скорости жидкости. Большее давление p_1 после узкого участка создает суммарную силу, которая выталкивает жидкость обратно в узкий участок S_3 , когда она выходит, вызывая уменьшение скорости жидкости. Но нет оснований ожидать, что атомы с более высокой скоростью будут оказывать более низкое давление на стенки.

Вместе с тем представляется очевидным, что вероятность попадания атома в узкий участок увеличивается, если он имеет большую составляющую своей скорости, параллельную стенкам трубы. Если атом имеет большую составляющую скорости, перпендикулярную стенкам трубы, то он, скорее всего, отскочит назад. Когда атомы покидают узкое сечение, столкновение с другими атомами заставляет их снова иметь большую составляющую их скорости, перпендикулярную стенкам трубы. Составляющая скорости, перпендикулярная стенкам трубы, и отвечает за давление на трубу. Большая перпендикулярная составляющая стенкам создает большее давление в трубе. Большая составляющая скорости, параллельная стенкам, увеличивает скорость потока через трубу. Атомы внутри узкого участка трубы с большей вероятностью имеют меньшую по величине перпендикулярную составляющую скорости и большую параллельную. Следовательно, атомы в узком участке будут оказывать меньшее давление на стенки, но будут иметь большую скорость потока.

Итак, даже оставаясь в рамках приближения идеальной жидкости, посредством простых и известных законов гидростатики и гидродинамики была показана возможность их применения для целей обеспечения безопасности жизнедеятельности. Это, на взгляд автора, представляется важным для формирования активизации познавательных способностей у будущих специалистов, поскольку объяснение в рамках простых моделей позволяет увидеть самые существенные моменты изучаемого явления.

Литература

1. Трубилко А.И. Некоторые вопросы безопасности в простых задачах механики // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2 (18). С. 47–59.
2. Трубилко А.И. Безопасность движения с точки зрения задач механики // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 34–46.
3. Трубилко А.И., Трубилко Л.А. Пожарная безопасность в некоторых задачах электростатики // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2018. № 2 (26). С. 30–41.
4. Трубилко А.И., Трубилко Л.А. Простая модель короткого замыкания // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2019. № 3 (31). С. 10–19.
5. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров. М., ВНИИПО, 2002. 329 с.
6. Трубилко А.И. Классическая модель атома и магнетизм в вопросах пожарно-технических экспертиз // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2020. № 1 (33). С. 38–48.
7. Построение математической модели дорожного перекрестка на основе гидродинамического подхода / Я.А. Холодов [и др.] // Компьютерные исследования и моделирование. 2014. Т. 6. № 4. С. 503–522.

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЧС РОССИИ ПО РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Евстафьев;

А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы, возникающие в области поверки средств измерений, установленных на вооружении и технике пожарно-спасательных подразделений МЧС России, а также – необходимость внедрения подвижных измерительных лабораторий.

Ключевые слова: средства измерений, вооружение и техника, метрологическое обеспечение

SOME FEATURES OF THE ORGANIZATION OF VERIFICATION OF MEANS OF MEASUREMENTS OF FIRE RESCUE DEPARTMENTS OF THE MAIN DEPARTMENT OF THE EMERCOM OF RUSSIA IN THE ROSTOV REGION

S.V. Evstafiev; A.S. Polyakov.

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

The article deals with problematic issues arising in the field of verification of measuring instruments installed on the weapons and equipment of fire and rescue units of the EMERCOM of Russia, as well as the need to introduce mobile measuring laboratories

Keywords: measuring instruments, weapons and equipment, metrological support

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства, требуемой точности и достоверности измерений. В современном обществе метрология как наука и область практической деятельности играют важную роль: нет ни одной сферы человеческой деятельности, где не используют измерительные приборы. Точность и достоверность показаний (гарантия не менее 95 %) средств измерений (СИ) важны для принятия соответствующих правильных решений [1].

Вместе с тем роль метрологии не всегда и не всеми осознается в полной мере. Процессы, связанные с измерениями, приборы, выполняющие измерения, окружают нас повсюду. От того, насколько качественно выполняется работа по обеспечению единства и точности измерений, зависит как полнота информации о сложившейся обстановке, так и возможность оценки готовности приборов и оборудования.

Практически в каждом направлении деятельности территориальных органов, учреждений и организаций МЧС России имеются СИ, требующие поддержания их в постоянной готовности и обеспечении точности измерения [2, 3].

В статье внимание акцентировано на организации поверок СИ, которые могут быть использованы для совершенствования метрологического обеспечения пожарно-спасательных подразделений Главного управления (ГУ) МЧС России по Ростовской области и других подразделений МЧС России.

Органом исполнительной власти, осуществляющим функции в сфере технического регулирования и метрологии, является федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет [4]:

- лицензирование деятельности по изготовлению и ремонту СИ, а также функции по государственному метрологическому контролю и надзору до внесения изменений в законодательные акты Российской Федерации;

- контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и технических регламентов до принятия Правительством Российской Федерации решения о передаче этих функций другим федеральным органам исполнительной власти.

Задачи обеспечения единства измерений в МЧС России решает его Метрологическая служба [5]. Она является организационной основой системы обеспечения единства измерений в Министерстве и взаимодействует с другими государственными метрологическими службами Российской Федерации (рис. 1).

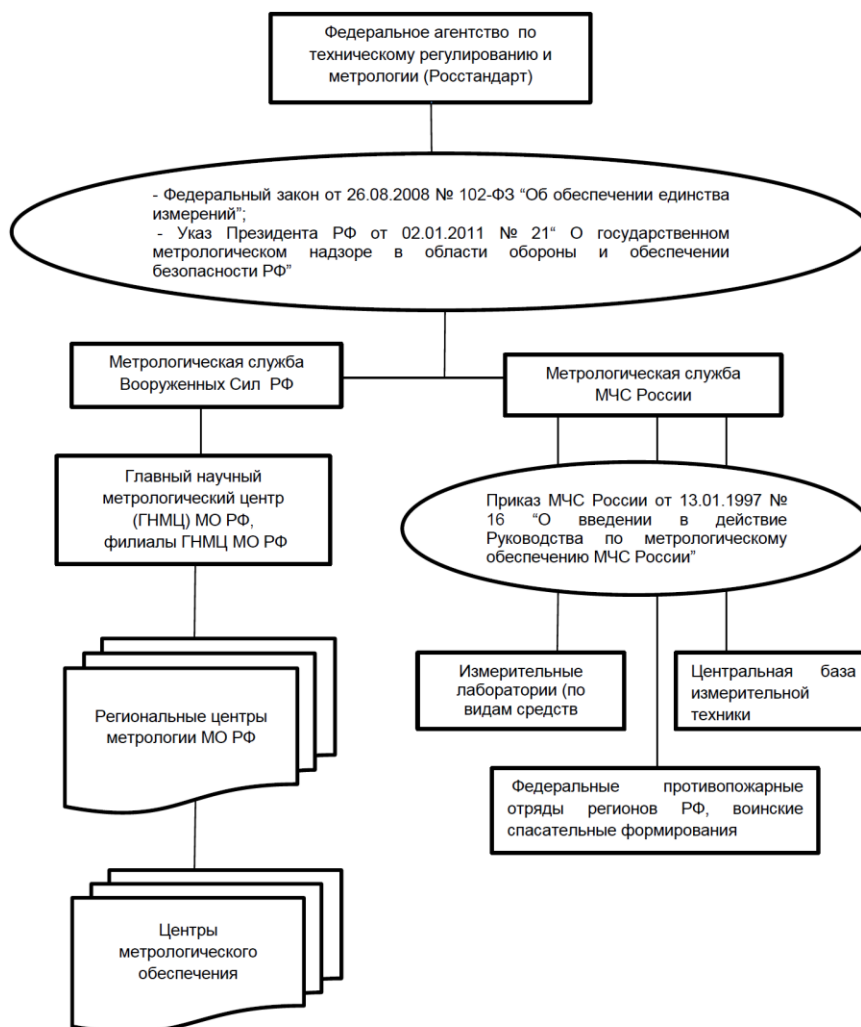


Рис. 1. Структура взаимодействующих государственных метрологических служб России

Метрологическая служба МЧС России взаимодействует с Метрологической службой Министерства обороны Российской Федерации на договорной основе при решении задач обеспечения единства измерений и проведении:

- аккредитации поверочных органов МЧС России;
- аттестации физических лиц в качестве поверителей;
- лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ в МЧС России (при возникновении необходимости);
- комплектования поверочных органов МЧС России клеймами (определение их формы, размеров, шифров и рисунков);
- поверки и ремонте СИ;
- испытаний и утверждения типов СИ (при возникновении необходимости).

Как известно, основные цели метрологической службы МЧС России по обеспечению единства измерений (применительно к технике) состоят в следующем:

- поддержание техники в готовности к применению (путем измерения параметров и доведения их до норм, проведения технического обслуживания и ремонта техники);
- обеспечение безопасности эксплуатации объектов, авиации, автомобильной и инженерной техники.

Задачи, решаемые метрологической службой МЧС России, вытекают из поставленных перед ней целей и включают:

- метрологическое обслуживание средств измерений;
- метрологическое обслуживание вооружения и техники;
- метрологическую подготовку личного состава (обучение и аттестация специалистов, взаимодействие с Росстандартом);
- метрологическую экспертизу (обоснованность выбора измеряемых параметров и допустимых отклонений, определение показателей точности измерений, аттестация методик выполнения измерений, возможность контроля параметров техники при производстве, испытаниях и эксплуатации).

В ГУ МЧС России по Ростовской области вопросы метрологического обеспечения возложены на управление материально технического обеспечения, а в пожарно-спасательных отрядах федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) МЧС России – на внештатных метрологов [5].

В настоящее время при осуществлении поверки и регулировки СИ спасательных воинских формирований и пожарно-спасательных подразделений ГУ МЧС России по Ростовской области возникает ряд вопросов, в том числе:

- на территории Ростовской области отсутствуют подразделения метрологической службы МЧС России, способные осуществлять поверку средств измерений, поэтому ихверяют в сторонних организациях;
- поверка средств измерений в сторонних организациях имеет высокую стоимость, проводится на основании договоров и графиков, требует проведения конкурсных процедур в соответствии с требованиями Федерального закона от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

В случае проведения поверки СИ в местах их дислокации либо применения стоимость работ, проводимых сторонними организациями (территориальные центры стандартизации и метрологии – ЦСМ), значительно вырастает. Между тем, такая необходимость имеется, так как аэромобильная группировка (АМГ) ГУ МЧС России по Ростовской области и силы Донского спасательного центра, дислоцируемые в пригороде г. Ростова-на-Дону, могут применяться не только в Южном федеральном округе (ЮФО), но и на других территориях;

- при доставке СИ к месту проведения поверок и неотложных мероприятий (и обратно) возможны повреждения в результате вибрации, тряски или падения;
- время, отведенное на поверку средств измерений в ЦСМ, составляет около 10 рабочих дней, не считая дня сдачи и получения СИ.

Поэтому зачастую в целях поверки СИ пожарный автомобиль выводится из боевого расчета, с него снимают установленные СИ и в дальнейшем передают в стороннюю организацию для поверки.

Как видно из рис. 2, на значительном удалении от ЦСМ Ростовской области расположены 35 пожарных частей и 13 опорных пунктов четырех отрядов ФПС ГПС МЧС России. В их состав входит более 200 единиц техники, насчитывающих в общей сложности около 1 000–1 200 типоразмеров СИ.

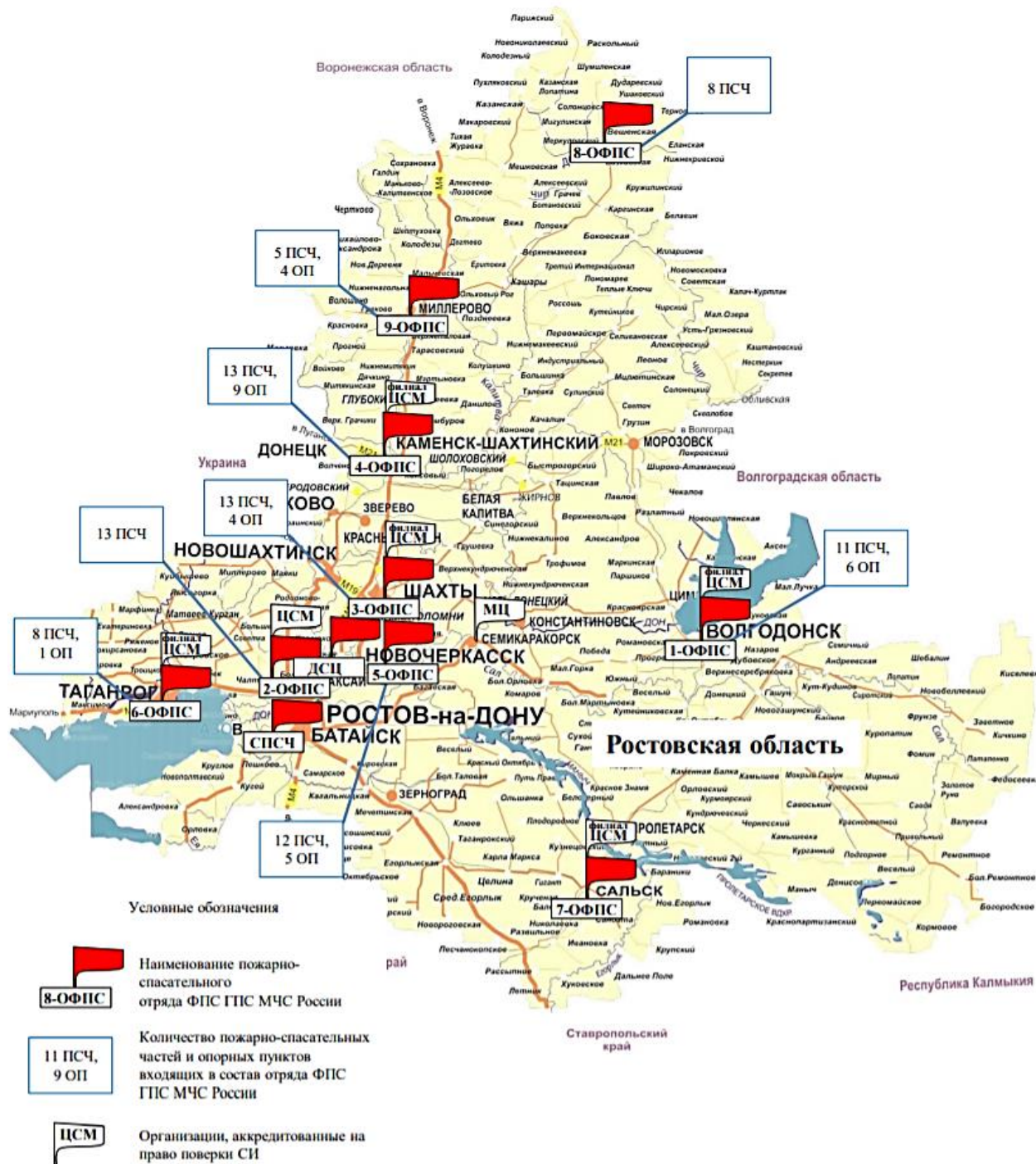


Рис. 2. Схема дислокации отрядов ФПС ГПС МЧС России и ЦСМ на территории Ростовской области

Аналогичная ситуация складывается и в других субъектах Российской Федерации, входящих в состав ЮФО (табл. 1).

Табл. 1. Сведения о количестве подразделений пожарной охраны и их техники на территории ЮФО

Субъект Российской Федерации	Кол-во отрядов ФПС	Общее кол-во пожарно-спасательных частей ФПС	Кол-во СПСЧ, СЧТКП ФПС	Общее кол-во отдельных постов ФПС	Техника по видам, ед.			
					Основная	Специальная	Вспомогательная	Всего техники
Республика Адыгея	2	15	1	1	63	10	43	116
Республика Калмыкия	1	17	1	1	80	43	29	152
Краснодарский край	15	101	1	51	523	472	202	1 197
Астраханская область	6	22	1	18	124	34	104	262
Волгоградская область	11	57	1	13	258	146	210	614
Ростовская область	9	94	1	38	453	263	159	875
Республика Крым	7	33	0	16	172	70	5	247
г. Севастополь	1	6	0	0	35	15	5	55
ЮФО	52	346	6	138	1 708	1 053	757	3 518

Все это увеличивает время вывода из боевых расчетов дыхательных аппаратов и пожарной техники, что значительно подрывает боевую готовность пожарно-спасательных подразделений. Поэтому необходимо изучение и принятие опыта других силовых структур, особенно Министерства обороны Российской Федерации [3].

В Министерстве обороны Российской Федерации СИверяют непосредственно на технике (в соединениях и воинских частях).

Для этого предназначены подвижные лаборатории измерительной техники (ПЛИТ), укомплектованные эталонами единиц величин, сохраняющими свои метрологические характеристики при жестких условиях транспортировки, что позволяет применять их в местах эксплуатации обслуживаемых объектов [6]. В результате применения ПЛИТ увеличивается достоверность передачи единиц величин, а соединениям и воинским частям нет необходимости демонтировать СИ и везти их в стороннюю организацию.

В целях повышения боевой готовности, своевременного и полного метрологического обслуживания подразделений МЧС России, актуальным представляется создание при головном ГУ МЧС России по Ростовской области штатной ПЛИТ, которая, при необходимости, может быть задействована и на всей территории ЮФО.

До 2019 г. на территории ЮФО функционировала метрологическая служба МЧС России Южного регионального центра, основным подразделением которой являлась лаборатория измерительной техники (региональная) ЛИТ(р), в состав которой входила ПЛИТ. В конце 2018 г. метрологическая служба МЧС России Южного регионального центра была сокращена.

Анализ функционирования метрологической службы Южного регионального центра с использованием ПЛИТ (в период с 2016 по 2018 гг.) показывает её экономический эффект. Только за 2018 г. работа ПЛИТ на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов позволила сэкономить более 1,5 млн руб. (табл. 2).

Табл. 2. Экономический эффект применения ПЛИТ

	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Подлежало поверке СИ, ед.	9 673	10 975	18 144
Поверено СИ с привлечением ПЛИТ, ед.	5 637	8 879	18 144
Стоимость работ при поверке в сторонней организации, руб.	1 268 148	1 710 012	3 305 308
Затраты на работу ПЛИТ (зарботная плата, командировочные расходы)	1 190 080	1 258 515	1 469 942
Экономия, руб.	78 068	451 497	1 835 366

По опыту функционирования ПЛИТ, штатная численность её состава должна составлять примерно пять человек: начальник ПЛИТ, два инженера и два водителя-электрика.

Применение ПЛИТ дало не только экономию средств бюджета, но также и существенное сокращение времени вывода из боевого расчёта вооружения и техники подразделений МЧС России ЮФО, из чего можно сделать вывод о необходимости функционирования ПЛИТ и в настоящее время.

Литература

1. Об обеспечении единства измерений: Федер. закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О государственном метрологическом надзоре в области обороны и обеспечения безопасности Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 янв. 2011 г. № 21. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в части компетенции МЧС России: приказ МЧС России от 9 дек. 2013 г. № 784. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О введении в действие Руководства по метрологическому обеспечению МЧС России: приказ МЧС России от 13 янв. 1997 г. № 16. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Владыкин О. Точность измерений возводится в абсолют // Газета «Красная звезда» от 25.04.2018. URL: <http://redstar.ru/tochnost-izmerenij-vozvoditsya-v-absolyut/#content> (дата обращения: 05.06.2020).

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БАЗ ДАННЫХ СО СТРУКТУРНОЙ АДАПТАЦИЕЙ

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

Рассматриваются этапы разработки специализированных баз данных со структурной адаптацией. Раскрыто понятие «структурная адаптация». Даны этапы создания и внедрения базы данных. Перечислены проблемы решения с помощью баз данных. Рассмотрено

преимущество специализированных баз данных и даны перспективы развития в этой области.

Ключевые слова: база данных, данные, специализированные базы данных, структурная адаптация

DEVELOPMENT OF SPECIALIZED DATABASES WITH RUCTURAL ADAPTATION

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

The article considers the stages of development of specialized databases with structural adaptation. The concept of «structural adaptation» is revealed. The stages of creating and implementing a database are given. The problems of solving using databases are listed. The advantage of specialized databases is considered and prospects for development in this area are given.

Keywords: database, data, specialized databases, structural adaptation

В настоящее время практически невозможно представить себе организацию, где нет необходимости обрабатывать определенный объем данных. Данные должны быть где-то сохранены. Данные могут динамически изменяться или накапливаться в больших объемах. Данные должны быть получены из массива на основе некоторых критериев. В отличие от обработки Excel-документов, которые могут сильно затруднить обработку, работа с базами данных может избавить от необходимости обрабатывать большие Excel-файлы, заполнять лишние бумаги и помочь экономить деньги и время при выполнении различных задач.

База данных представляет собой организованный набор данных, хранящихся в виде нескольких наборов данных, которые, как правило, хранятся и доступны в электронном виде из компьютерной системы, которая позволяет легко получить доступ к данным, манипулировать ими и обновлять [1].

Рассмотрим этапы создания и внедрения базы данных (рис. 1), проблемы решения с помощью баз данных (рис. 2).



Рис. 1. Этапы создания и внедрения базы данных



Рис. 2. Проблемы решения с помощью баз данных

Базы данных создаются в соответствии с концептуальной основой, которая описывает данные и их взаимосвязи. Они предназначены для удовлетворения информационных потребностей организации. На данный момент очень актуально развитие и создание специализированных баз данных со структурной адаптацией.

Что такое структурная адаптация? Адаптационный подход аргументации на основе прецедентов. Это позволяет адаптировать структуру решения из базы данных, чтобы соответствовать задаче запроса. В зависимости от различий задачи запроса и задачи аналогичного случая из базы прецедентов компоненты решения аналогичного случая удаляются и переупорядочиваются или добавляются новые компоненты [2].

Разработка специализированных баз данных со структурной адаптацией основана на правильном и полном описании структуры данных, связей данных и основных атрибутивных характеристик. Для того чтобы база данных работала и достигала поставленной цели, нужно разработать классификационные коды сложных производственных объектов, которые служат основой для разработки базы данных оборудования технической системы учета. Для разработки классификационного кода анализируется информация о производственных объектах, используемых в организации, с ее помощью строится структура базы данных и правила ведения справочных данных. Словари и справочники составляются, уточняются и верифицируются на основании нормативно-технической документации [3].

Технические данные:

1. Названия классов.
2. Субординация производственных объектов в рамках классификационной структуры.
3. Классификационные признаки.
4. Определение атрибутивного состава.
5. Назначение структурных связей.
6. Формирование словарей.

Разработка системы управления данными должна осуществляться в соответствии с основными принципами обработки данных. В базе данных должно храниться исходное

сырье данных. Система управления данными должна быть интегрирована со сбором данных в системе, насколько это возможно. Проектирование баз данных и разработка программного обеспечения для баз данных со структурной адаптацией должна варьироваться. Во всех случаях система должна быть хорошо документирована. Ввод данных должен интегрировать импорт функции и элементов управления проверки, обработка должна использовать встроенные функции, отчетность должна быть гибкой и включать экспорт объектов. Доступ должен контролироваться для обеспечения целостности базы данных и конфиденциальности.

Важным преимуществом разработки специализированных баз данных является то, что она может быть сконфигурирована так, чтобы точно соответствовать методологии выборки данных, поэтому система будет более эффективной. Такой подход имеет следующие преимущества:

1. Уменьшение времени для обработки данных.
2. Гибкость модификации базы данных.

Несмотря на рассмотренные преимущества специализированных баз данных со структурной адаптацией, которая скрывает от пользователя распределенный характер и обеспечивает приемлемый уровень производительности, надежности, доступности, они, по своей сути, являются более сложными, чем базовые системы управления базы данных. Тот факт, что данные могут быть реплицированы, также добавляет дополнительный уровень сложности. Если программное обеспечение не будет адекватно обрабатывать репликацию данных, произойдет ухудшение доступности, надежности и производительности по сравнению с централизованной системой, и преимущества, которые были рассмотрены выше, станут недостатками.

Перспективное развитие освещаемого направления видится на пути разработки более гибкой архитектуры базы данных, что позволит устранять неполадки администрирования. До настоящего времени были представлены многочисленные модели распределения данных, но до сих пор не существует оптимального или универсально принятого алгоритма.

Литература

1. Иванов А.Ю. Обеспечение выполнения требований к информационным системам МЧС России на основе структурной адаптации распределенных баз данных // Научно-аналитический журнал «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2005. № 3 (10). С. 41–46.
2. Растринин Л.А. Адаптация сложных систем. Методы и приложения: монография. Рига: Зинатне, 1981. 375 с.
3. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. 272 с.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ ПОРОШКОВЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ В РОССИИ

К.А. Шидаков;

А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены проблемные вопросы проведения сертификационных испытаний порошковых огнетушителей на основе анализа работ, посвященных данной теме. Обоснована необходимость совершенствования стандартизации проведения испытаний.

Ключевые слова: порошковый огнетушитель, огнетушащий порошок, огневые испытания, стандартизация, сертификационные испытания

ANALYTICAL REVIEW OF WORKS ON STANDARDIZATION AND CERTIFICATION OF POWDER FIRE EXTINGUISHERS IN RUSSIA

K.A. Shidakov; A.S. Polyakov.

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

The article considers the problematic issues of certification testing of powder fire extinguishers based on the analysis of works on this topic. The necessity of improving the standardization of testing is substantiated.

Keywords: powder fire extinguisher, fire extinguishing powder, fire tests, standardization, certification tests

Порошковые огнетушители являются одними из первичных средств пожаротушения и служат для ликвидации очага пожара на ранней стадии развития. При правильном использовании их персоналом производственных объектов они могут значительно снизить риск развития чрезвычайной ситуации (ЧС), спасти жизнь и здоровье людей, сохранить материальное имущество.

В связи с этим становятся актуальными задачи по совершенствованию методик и моделей, направленных на повышение результативности и эффективности пожарной техники, в том числе, позволяющих решать их с пользой для персонала, общества и государства.

В статье [1] показано, что применение порошковых огнетушителей может оказать существенное влияние на величину потенциального риска, положенного в основу расчета пожарного (индивидуального или социального) риска. Несмотря на то, что Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ № 123-ФЗ) [2] рассматривает ручные огнетушители как один из способов защиты людей и материальных ценностей от пожара, методики расчета величины пожарного риска не принимают во внимание эффект от их применения.

По этой причине далее будут рассмотрены составляющие компоненты эффективности пожаротушения (методы испытаний и сертификации порошковых огнетушителей, перечень параметров огнетушителей, подлежащих проверке в процессе их сертификации, свойства порошков).

В отличие от других видов огнетушащих веществ (ОТВ), порошковые составы универсальны и могут применяться практически во всех областях – от бытового использования до защиты промышленных объектов различного назначения. При этом специальные порошковые составы являются наиболее эффективным ОТВ при тушении горючих металлов (пожары класса D).

В целом, к преимуществам порошковых огнетушителей можно отнести следующее:

- возможность применения в быту, на производстве, в личных и общественных транспортных средствах и т.д.;
- возможность применения при отрицательных температурах;
- мобильность;
- удобство транспортировки, хранения, эксплуатации;
- низкая стоимость;
- экологичность – отработанные порошки могут быть утилизированы в качестве моющих средств или сельскохозяйственных удобрений.

Огнетушители могут быть реализованы только при наличии сертификата, который подтверждает соответствие данной продукции требованиям ФЗ № 123-ФЗ [2].

Сертификация – это форма подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров, осуществляемая органом по сертификации (ст. 2 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [3]).

Порядок разработки и постановки огнетушителей на серийное производство определен нормами НПБ 155-2002 «Техника пожарная. Огнетушители» (рис. 1).

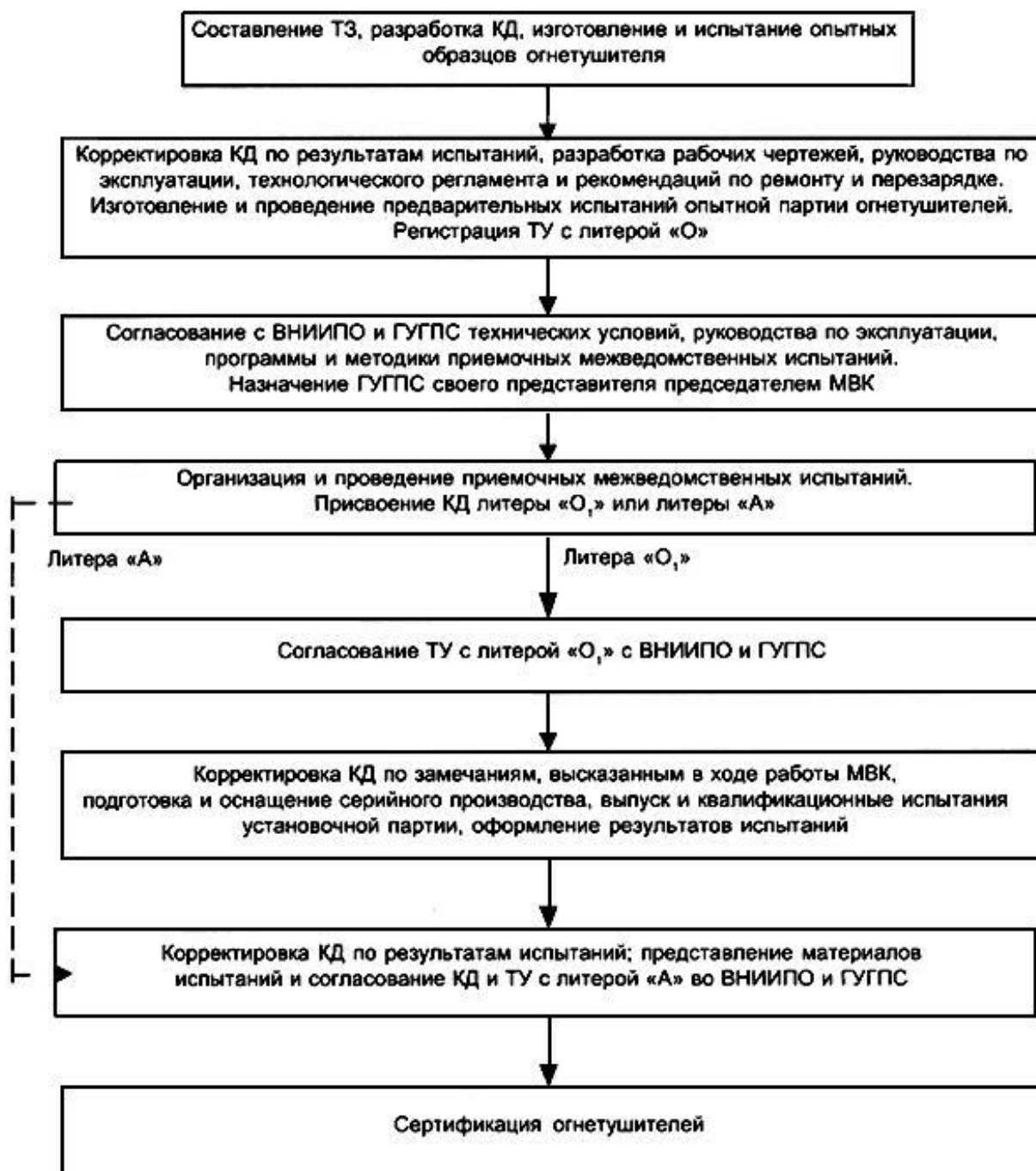


Рис. 1. Общая схема порядка разработки и постановки огнетушителей на серийное производство

Для обеспечения постоянной готовности огнетушителей (к применению по назначению) устанавливают перечень параметров, проверяемых в процессе их сертификации (рис. 2).



Рис. 2. Перечень характеристик, проверяемых при сертификации огнетушителей

Требования и методы испытаний перечисленных параметров приведены в ГОСТ Р 51057–2001 «Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний» (ГОСТ Р 51057–2201) [5]. Испытания включают в себя определение огнетушащей способности (регламентированы приложением «В» [5]) и испытания на надежность [5].

При огневых испытаниях огнетушителей используют модельные очаги пожара двух классов: А (твердые горючие вещества) и В (горючие жидкости). Модельные очаги пожара класса С (горючие газы) не стандартизированы – для их тушения используют порошковые или газовые огнетушители, которые подходят для тушения горючих жидкостей.

Модельный очаг пожара (МОП) класса А представляет собой штабель из древесных брусков. Размеры их, характеристики и количество брусков определены государственным стандартом для каждого ранга МОП.

МОП класса В представляет собой круглый металлический противень с бензином, налитым поверх слоя воды, при этом количество воды и марка бензина также определены ГОСТ Р 51057–2201 для каждого ранга МОП.

Выявлены недостатки МОП и методов, используемых при испытаниях огнетушителей, к которым отнесены [6]:

- климатические условия и места проведения испытаний не позволяют выполнять их круглогодично;
- стоимость материалов для МОП довольно высока;
- большую роль в определении огнетушащей способности играет человеческий фактор (субъективизм оператора-испытателя).

Авторами статьи [6] предложены следующие варианты решения выявленных недостатков:

1. Внедрение вместо действующих МОП модели, которая позволит сделать минимальными расхождения результатов огневых испытаний и практического применения огнетушителей, обладающих:

- универсальностью (отход от использования МОП различных классов и типоразмеров);
- единой универсальной характеристикой для классификации огнетушителя;
- простотой подготовки испытаний (отсутствие необходимости использования крупногабаритных и тяжелых сопутствующих принадлежностей: подставок, поддонов, противней, топлив и т.д.);
- мобильностью и компактностью;

- экономичностью (путем применения альтернативной горючей нагрузки);
- экологической чистотой (минимизация токсичных выбросов в атмосферу).

2. Разработка новой методики проведения огневых испытаний для устранения человеческого фактора – влияния оператора на тушение МОП.

Тип огнетушителей считают выдержавшим испытания, если модельный очаг пожара требуемого класса и ранга (по нормам ГОСТ Р 51057) смогли потушить два из трех огнетушителей.

В работе [7] показано, что реальная огнетушащая способность огнетушителей различных производителей зачастую не соответствует заявленной ими, что свидетельствует о несовершенстве системы сертификационных испытаний. Также в работе [7] обоснована необходимость изменения требуемого количества огнетушителей, подвергаемых испытаниям, и представлена модель определения оптимального объема выборки при проведении огневых испытаний с помощью последовательного анализа, что позволит изменять объем выборки уже в процессе испытаний.

Таким образом, в ряде работ наглядно показаны недостатки системы проведения сертификационных испытаний огнетушителей и обоснована необходимость совершенствования методики выборки огнетушителей для проведения испытаний огнетушащей способности.

В статье [8] проанализированы труды отечественных и зарубежных исследователей по изучению физико-химических свойств огнетушащих порошков, в особенности работы, связанные с влиянием гранулометрического состава порошка на его огнетушащую эффективность. Установлено, что вопросы распределения фракций порошка в поперечных сечениях газопорошкового потока практически никем не рассматривались, хотя их распределение может оказывать влияние на огнетушащую способность порошка. Также авторами статьи [8] показано, что ГОСТы не регулируют важнейшие факторы, которые влияют на достоверность результатов ситового анализа огнетушащих порошковых составов (ОПС).

Например, ГОСТ Р 53280.4–2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний» [9] в части гранулометрического состава порошка устанавливает только одно требование: при ситовом анализе массовое количество остатка порошка на сите с сеткой № 05 К по ГОСТ 6613–86 «Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия» [10] не должно отличаться от заявляемой производителем величины более чем на 10 % (по массе) при полном отсутствии порошка на сите 1 000 мкм, что дает производителю достаточную свободу при производстве порошка.

Таким образом, можно сделать вывод, что действующие стандарты фактически не учитывают особенности гранулометрического состава порошка при сертификации огнетушителей.

Степень упорядочения испытаний огнетушителей может быть повышена путем установления положений для всеобщего и многократного применения в отношении существующих задач (стандартизации). Под стандартизацией понимают деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иную деятельность, направленную на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации. Она позволяет добиться повышения качества продукции и работ, а также конкурентоспособности продукции отечественного производства. Применение типовых методов и объектов позволяет экономить время и средства, повышает надежность изделий, упрощает их ремонт и обслуживание за счет взаимозаменяемости стандартных узлов и деталей.

Работы по стандартизации в Российской Федерации регламентированы Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [11].

Стандартизация в области порошкового огнетушения призвана:

- развивать добросовестную конкурентоспособность продукции (работ или услуг);
- обеспечить выпуск инновационной и высокотехнологичной продукции;
- устранять технические барьеры в торговле;

- повышать уровень безопасности продукции (работ, услуг) и качество;
- обеспечивать защиту жизни и здоровья людей и материального имущества различных форм собственности;
- обеспечивать охрану окружающей среды;
- предупреждать действия, которые могут ввести в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей;
- обеспечивать энергетическую эффективность и рациональное расходование ресурсов.

При этом поиск и анализ работ на тему стандартизации методов и оборудования для сертификации порошковых огнетушителей показал, что такие работы практически отсутствуют.

Таким образом, изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

- применяемые методы проведения сертификационных испытаний порошковых огнетушителей имеют ряд недостатков, снижающих качество получаемых результатов;
- имеются характеристики ОПС, которые практически не регулируются стандартами, хотя могут оказывать влияние на огнетушащую способность;
- недостаточно количество работ, посвященных стандартизации методов и оборудования для сертификации порошковых огнетушителей, что диктует необходимость совершенствования данной процедуры.

В целом, все ранее перечисленное вызывает необходимость совершенствования методов и процедур сертификационных испытаний порошковых огнетушителей, повышения уровня стандартизации в этой области.

Литература

1. Методика расчета пожарного риска на производственных объектах с жидкими моторными топливами с учётом применения порошковых огнетушителей / Д.Ф. Кожевин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 1. С. 27–34.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Рос. газ. 2008. 1 авг. Федер. выпуск № 0 (4720).
3. О техническом регулировании: Федер. закон Рос. Федерации от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ // Рос. газ. 2002. 27 дек.
4. НПБ 155–2002 «Техника пожарная. Огнетушители. Порядок постановки огнетушителей на производство и проведения сертификационных испытаний» // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).
5. ГОСТ Р 51057–2001 «Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний» // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).
6. Кожевин Д.Ф., Сорокин И.А., Поляков А.С. Модельные очаги пожара в огневых испытаниях огнетушителей. Опыт, проблемы, перспективы // Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях». СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. С. 193–194.
7. Кожевин Д.Ф., Сорокин И.А., Поляков А.С. О рациональном объеме выборки огнетушителей для проведения сертификационных испытаний на огнетушащую способность // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 8. С. 68–74.
8. Константинова А.С., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С. Отечественный и зарубежный опыт оценки свойств огнетушащих порошков // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2019. № 4 (32). С. 28–35.
9. ГОСТ Р 53280.4–2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний» // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).

10. ГОСТ 6613–86 «Сетки провололочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия» // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).

11. О стандартизации в Российской Федерации: Федер. закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ // Рос. газ. 2015. 3 июля. Федер. выпуск № 144(6715).

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ВОЕННОМ ИНСТИТУТЕ (ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМ)

Г.В. Макаrchук, кандидат педагогических наук, доцент;

А.А. Сорокин;

К.Д. Шиманский.

**Военный институт (инженерно-технический) Военной академии
материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева**

Проводится анализ применения инновационных методов обучения на лабораторном занятии в Военном институте (инженерно-техническом) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. Для лабораторной работы «Изучение адсорбции уксусной кислоты на угле» курсанты разработали программу, которая предназначена для военных вузов Министерства обороны Российской Федерации. Она позволяет определить количественную характеристику адсорбции уксусной кислоты на активированном угле в рамках проведения комплекса лабораторных работ по дисциплине «Химия».

Ключевые слова: инновационные методы обучения, интерактивные методы, адсорбция, активированный уголь

APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS WHEN TEACHING CHEMISTRY AT THE MILITARY INSTITUTE (ENGINEERING AND TECHNICAL)

G.V. Makarchuk; A.A. Sorokin; K.D. Shimansky.

Military institute (engineering) of the Military academy of logistics named after army general A.V. Khrulev

The analysis of the application of innovative teaching methods in the laboratory at the Military Institute (Engineering) of the Military Academy of Logistics Army General A.V. Khrulev. For the laboratory work «Studying the adsorption of acetic acid on coal» cadets developed a program that is intended for military universities of the Ministry of Defense of the Russian Federation. It allows you to determine the quantitative characteristic of the adsorption of acetic acid on activated carbon as part of a series of laboratory work in the discipline «Chemistry».

Keywords: innovative teaching methods, interactive methods, adsorption, activated carbon

Курсанты специальности 56.05.01 «Тыловое обеспечение» изучают адсорбцию уксусной кислоты на угле на лабораторном занятии. Достижение поставленной цели занятия зависит не только от материального обеспечения, но определяется организацией и методикой его проведения.

При составлении плана преподаватель должен учитывать актуальность данной темы для курсантов специальности 56.05.01 «Тыловое обеспечение». Согласно федеральному

государственному образовательному стандарту (ФГОС) и квалификационным требованиям курсанты данной специальности должны:

- быть способны самостоятельно выполнять работы научно-исследовательского характера и решать задачи, связанные с будущей профессией, используя современные методы исследований в области санитарно-технических систем специальных объектов (ВПК.ПК-5);

- иметь фундаментальную теоретическую и достаточную практическую подготовку, быть готовыми на профессиональном уровне выполнять поставленные инженерно-технические задачи и применять достижения научно-технического прогресса (ВПК.ПК-7).

Планируемые результаты обучения по данной теме:

Курсанты должны знать:

- методы теоретического и экспериментального исследования в химии;

- теоретические основы химических, физико-химических процессов очистки воды;

уметь:

- проводить простейшие химические эксперименты и расчеты для определения физических и химических характеристик при эксплуатации санитарной техники и сооружений;

владеть:

- навыками проведения простейших химических экспериментов и расчетов для определения физических и химических величин, характерных для различных разделов естествознания.

При составлении плана необходимо также учитывать, что основной задачей военного вуза в настоящий период становится подготовка специалистов, нестандартно мыслящих, которые могут быстро и гибко справиться с необычными ситуациями, возникающими при эксплуатации санитарной техники и сооружений. При обучении курсантов необходимо применять инновационные методы обучения в вузе [1].

В лабораторной работе «Изучение адсорбции уксусной кислоты на угле» в 2020 г. внесены изменения, которые связаны с применением инновационных методов обучения. При этом применяются активные и интерактивные формы обучения.

При применении активных форм обучения планируется активная позиция обучающихся относительно преподавателя, а также сокурсников, то есть курсантов.

Предполагается, что в роли руководителя занятия при проведении практической части лабораторной работы выступает курсант. Он руководит работой подгруппы, разбитой на бригады по 2–3 человека. Каждая бригада выполняет свою конкретную задачу: готовит раствор уксусной кислоты заданной концентрации; уточняет концентрацию этого раствора титрованием щелочью; проводит адсорбцию уксусной кислоты двумя адсорбентами; определяет по константам изотермы адсорбции, какой адсорбент сработал лучше, и делает вывод о выборе адсорбента.

Во время занятия предусмотрено применение учебников, учебно-методических пособий, практикума по химии, тетрадей, бланков отчетов к лабораторной работе. Все вопросы – теоретические и практические выносятся через компьютер на экран. То есть применяются индивидуальные средства обучения.

Интерактивные методы, являясь коллективными формами обучения, предусматривают, что над изучаемым материалом работает группа обучающихся. Но при этом каждый курсант несет ответственность за свой участок работы, выполняя эксперимент с определенной заданной концентрацией уксусной кислоты. Бригада из двух курсантов по полученным результатам титрования рассчитывает адсорбцию, то есть получает конкретную точку на графике, который строится по результатам, полученным всеми бригадами. Каждый курсант вносит свой вклад в получение общего результата и должен понимать, что конечный результат зависит от его работы. Осознавая свою ответственность за общий результат, повышается мотивация в достижении цели занятия. Эффективность усвоения знаний при этом увеличивается. Такое сотрудничество способствует более

качественному изучению нового материала. В 2020 г. при проведении лабораторной работы в Военном институте (инженерно-техническом) внесены следующие изменения:

- вместо одного адсорбента используется два, то есть работа носит исследовательский характер (анализ и определение по полученным данным лучшего адсорбента);
- каждый курсант несет ответственность за конечный результат в определении констант адсорбции и выборе адсорбента;
- роль руководителя практической части занятия выполняет курсант, разработавший программу по расчету и построению графика [2, 3];
- занятие направлено на творческое развитие: курсант разработал программу и на занятии проводится исследование по процессу адсорбции;
- использование видеоматериалов, наглядности: используются слайды, видеоролик: «Применение явления адсорбции в образцах военной техники Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) на примере станции комплексной очистки воды СКО-10 и ее модификаций»;
- используется метод «сотрудничества». Группа делится на малые группы – бригады. Каждая бригада в конце практической части получает конкретную точку для графика: значение концентрации уксусной кислоты до и после адсорбции на угле (концентрация исходной кислоты для каждой бригады имеет свое значение). Сбрав воедино точки всех бригад, рассчитывается удельная адсорбция и строится график зависимости удельной адсорбции от концентрации уксусной кислоты. Для этого используется программа. Данное решение способствует эффективному усвоению учебного материала, выработке умения сотрудничества, решению проблемы в процессе совместной работы;
- основную функцию (обучение) при проведении лабораторного занятия выполняют курсанты, преподаватель выполняет роль консультанта.

Инновационные методы обучения на лабораторном занятии способствуют:

- повышению мотивации курсантов;
- повышению качества знаний (более активное и глубокое изучение материала);
- выработке умений анализировать, обобщать и обрабатывать полученные результаты;
- получению навыков использования приобретенных знаний в будущей профессии;
- приобретению опыта общения;
- воспитанию ответственности, самостоятельности в познании и принятии решений;
- развитию умения находить решение поставленных задач.

В данной работе поставлены задачи:

- изучение процесса адсорбции как способа водоочистки;
- выбор лучшего адсорбента.

Для курсантов данной специальности эти вопросы важны, так как одним из планируемых результатов обучения является знание теоретических основ химических и физико-химических процессов очистки воды.

Сточные воды от растворенных органических веществ наиболее эффективно очищают с помощью адсорбционных методов, которые могут применяться как самостоятельно, так и вместе с другими методами предварительной и глубокой очистки сточных вод [4, 5].

Преимущества применения метода адсорбции:

- использование для поглощения веществ из многокомпонентных смесей;
- высокая результативность при низких концентрациях загрязняющих веществ в сточных водах;
- эффективность при извлечении ценных соединений из сточных вод;
- возможность использования в системе оборотного водоснабжения.

Для адсорбции при водообработке используются адсорбенты: природные и синтетические материалы. Популярным адсорбентом является активированный уголь. При адсорбционной очистке с использованием неподвижного плотного слоя адсорбента сооружение (адсорбер) выполняют подобно напорным фильтрам с зернистой загрузкой или безнапорным фильтрам в виде резервуара прямоугольного или круглого сечения.

С целью повышения эффективности усвоения знаний по адсорбции и внесены изменения в план проведения лабораторной работы.

Применяемые инновационные методы обучения в вузе позволяют сформировать персональные моральные ценности, которые базируются на выработке соответствующих знаний, умений и навыков по теме и пригодятся в будущей профессиональной деятельности.

Преподаватель выполняет роль инструктора, который способствует креативному поиску курсантов.

Учитывая все это, преподаватель составляет план занятия проведения лабораторной работы.

Роль руководителя при проведении практической части выполняет курсант. Курсанты: рядовой Д.С. Емельянов и ефрейтор К.Д. Шиманский под руководством адъюнкта 6 кафедры майора А.А. Сорокина разработали программу, которая предназначена для военных вузов Министерства обороны Российской Федерации. Программа позволяет определить количественную характеристику адсорбции уксусной кислоты на активированном угле в рамках проведения комплекса лабораторных работ по дисциплине «Химия».

Программа определяет:

- концентрацию уксусной кислоты до адсорбции активированным углем;
- концентрацию уксусной кислоты после адсорбции активированным углем;
- зависимость удельной адсорбции от концентрации уксусной кислоты.

При известном:

- объем раствора уксусной кислоты.

Программа обеспечивает: определение количественной характеристики адсорбции уксусной кислоты на активированном угле в рамках проведения комплекса лабораторных работ по дисциплине «Химия».

Тип ЭВМ: IBM PC – совместимый ПК.

Язык программирования: VB для Microsoft Excel.

ОС: Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10.

Объем программы: 44 Кб.

Определив значения концентрации уксусной кислоты до и после адсорбции углем, курсанты сдают результаты руководителю, который заносит эти данные в таблицу в компьютере. Программа рассчитывает значения адсорбции, и в автоматическом режиме строятся графики изотерма адсорбции (зависимость удельной адсорбции Γ от равновесной концентрации C) и график зависимости в координатах $\frac{1}{\Gamma}$ и $\frac{1}{C}$; значения констант адсорбции Γ_{∞} и A [6].

По лабораторной работе «Адсорбция уксусной кислоты на активированном угле» оформляется отчет, который должен содержать:

- тему работы;
- сущность работы;
- аппаратное оформление работы;
- схему для исследования;
- последовательность проведения работы;
- требования техники безопасности при подготовке работы;
- требования техники безопасности при проведении работы;
- техника безопасности после проведения работы;
- выполненное индивидуальное задание № 9 по Сборнику задач и упражнений (может быть представлено в рабочей тетради);
- выводы, включающие обоснование выбора адсорбента.

К данной лабораторной работе разработано описание, которое содержит необходимую информацию. В нём представлены теоретическое обоснование работы, полные инструкции по выполнению опытов, детальный порядок действий. Это облегчает работу

курсантам. Таблицы, которые надо заполнить, помещенные в отчете к лабораторной работе, названия опытов, миллиметровая бумага для построения графиков способствуют повышению активизации работы курсантов в лаборатории, сокращают время на оформление отчета, а значит, освобождается время на обучение. К данной работе также разработаны мультимедийные материалы, включающие теоретические и практические вопросы, используется видеоролик «Применение явления адсорбции в образцах военной техники ВС РФ на примере станции комплексной очистки воды СКО-10 и ее модификаций».

Описание работы курсант использует для самоконтроля и подготовки к защите.

Полагается, что поставленная задача занятия будет достигнута в том случае, когда курсант изучит теоретический материал, поймет принцип действия адсорбентов, усвоит методику эксперимента, овладеет расчетами, научится наблюдать, правильно обрабатывать результаты, делать необходимые выводы.

Литература

1. Модернизация экономического образования: проблемы и перспективы. URL: https://conference.osu.ru/assets/files/conf_info/conf14/s12.pdf (дата обращения: 15.06.2020).

2. Макаrchук Г.В., Лазарева Т.П. Химия. Часть 1: учеб. для курсантов и слушателей, обучающихся по направлению подготовки «Тыловое обеспечение». СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2019.

3. Макаrchук Г.В., Лазарева Т.П. Химия. Часть 2: учеб. для курсантов и слушателей, обучающихся по направлению подготовки «Тыловое обеспечение». СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2019.

4. Лазарева Т.П., Макаrchук Г.В. Практикум по химии для курсантов, обучающихся по специальности «Тыловое обеспечение». СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2018.

5. Шиманский К.Д. Программа расчета лабораторной работы для сравнения адсорбционных способностей различных адсорбентов. Номер регистрации ФИПС 2020613292. Дата регистрации: 12.03.2020.

6. Емельянов Д.С. Программа расчета лабораторной работы для сравнения адсорбционных способностей различных адсорбентов. Номер регистрации ФИПС 2020613010. Дата регистрации: 06.03.2020.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Дудашкина Татьяна Олеговна – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Евстафьев Станислав Викторович – студент ин-та заоч. и дистанц. обучения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Колеров Дмитрий Алексеевич – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

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

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

Лазарева Татьяна Петровна – доц. каф. систем жизнеобеспеч. объектов воен. инфраструктуры Воен. ин-та (инж.-техн.) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева (199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8), канд. хим. наук, доц.;

Макарчук Галина Васильевна – препод. каф. систем жизнеобеспеч. объектов воен. инфраструктуры Воен. ин-та (инж.-техн.) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева (199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8), 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), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Онов Виталий Александрович – нач. центра организ. науч. исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

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

Поляков Александр Степанович – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

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

Сорокин Александр Александрович – адъюнкт каф. системы жизнеобеспеч. объектов военн. инфраструкт. Воен. ин-та (инж.-техн.) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева (199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8);

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

Шидаков Казим Асланбекович – студент ин-та заоч. и дистанц. обучения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Шиманский Кирилл Дмитриевич – курсант Воен. ин-та (инж.-техн.) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева (199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8).



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

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

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 40 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в российское и мировое научно-образовательное пространство. Университет по разным формам обучения – очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий – осуществляет обучение по 25 программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – генерал-майор внутренней службы, кандидат технических наук Гавкалюк Богдан Васильевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, экономической безопасности в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. По инновационным программам подготовки осуществляется обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизированных горноспасательных частей по специальности «Горное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают: 7 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 11 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время осуществляют 56 докторов наук, 277 кандидатов наук, 58 профессоров, 158 доцентов, 12 академиков отраслевых академий, 8 членов-корреспондентов отраслевых академий, 5 старших научных сотрудников, 6 почетных работников высшего

профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации.

В составе университета:

- 32 кафедры;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета (ДВПСА);
- пять факультетов: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет пожарной безопасности (подразделение ДВПСА), факультет дополнительного профессионального образования (подразделение ДВПСА).

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

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

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

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

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

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

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

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск, Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета

за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Бар (Черногория), г. Ниш (Сербия).

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет 7 057 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

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

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

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

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

В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в пределах квот на основании межправительственных соглашений и постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1448 «О подготовке лиц офицерского состава и специалистов для правоохранительных органов и таможенных служб государств-участников СНГ в образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации». В настоящее время в университете проходят обучение 30 сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и 15 сотрудников МЧС Кыргызской Республики.

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

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

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального

образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

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

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

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонды библиотеки университета составляют более 350 700 экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Они имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В сети Интранет работает Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России, объединяющая библиотеки системы МЧС России.

В Электронной библиотеке оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Дальневосточный филиал и библиотека Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра». Имеется доступ к Президентской библиотеке им. Б.Н. Ельцина. Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде. Имеется 8 000 точек доступа.

В фондах библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2019 г., в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и единый план изготовления печатной продукции МЧС России. Университет издает 8 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс (ISSN). Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты

диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей.

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

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

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

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

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

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете Институте нравственно-патриотического и эстетического развития. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

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

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



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

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

1. Материалы для публикации представляются куратору журнала. Материал должен сопровождаться:

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

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

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

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

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

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

3. Оформление текста:

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

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

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

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

4. Оформление формул в тексте:

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

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

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

5. Оформление рисунков и таблиц:

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

- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
- б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.
2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.
4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого 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. 3 503.

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

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

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

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

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



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

Научно-аналитический журнал

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

№ 2 (34) – 2020

Выпускающий редактор
А.В. Домничева

Подписано в печать 23.06.2020. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 8 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

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