

*Безопасность веществ
и материалов*

*Безопасность конструкций,
зданий и сооружений*

*Медико-биологические аспекты
безопасности*

*Общие вопросы
пожарной безопасности*

*Методы и средства
обеспечения безопасности*

*Пожарная
и промышленная безопасность*

Охрана труда

*Снижение рисков и ликвидация
последствий чрезвычайных ситуаций*

*Охрана окружающей среды
Экологическая безопасность*

*Проблемы и перспективы
предупреждения
чрезвычайных ситуаций*

*Мониторинг и прогнозирование
природных и техногенных рисков*

Пожарная техника

*Информационные технологии
Информационное обслуживание
и технические средства обеспечения
информационных процессов*

*Физико-химические аспекты
безопасности*

*Высшая математика
Прикладная математика*

*Математическое моделирование,
численные методы
и комплексы программ*

*Экономические
и организационно-управленческие
проблемы безопасности*

*Аудит безопасности
Системный анализ
Оценка и управление рисками*

*Подготовка специалистов
МЧС России:
гуманитарные аспекты*

Образовательные технологии

ISSN 2226-700X

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Вестник Воронежского института ГПС МЧС России

№ 1 (14), 2015



Вестник Воронежского института ГПС МЧС России

Научный журнал

Издается с 2011 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Территория распространения — Российская Федерация.

Статьи рецензируются и регистрируются в **Российском индексе научного цитирования**. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Калач Андрей Владимирович*, д-р хим. наук, доц., Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

**Заместитель
главного редактора:** *Старов Виталий Николаевич*, д-р техн. наук, проф., Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Члены редколлегии:

Андронов Владимир Анатольевич, д-р техн. наук, проф., Национальный университет гражданской защиты Украины (Украина, г. Харьков)

Барбин Николай Михайлович, д-р техн. наук, проф., Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Екатеринбург)

Бутман Михаил Федорович, д-р физ.-мат. наук, проф., Ивановский государственный химико-технологический университет (Россия, г. Иваново)

Валуев Николай Прохорович, д-р техн. наук, проф., Академия гражданской защиты МЧС России (Россия, г. Химки)

Дешевых Юрий Иванович, д-р техн. наук, МЧС России, Департамент надзорной деятельности (Россия, г. Москва)

Камлюк Андрей Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доц., Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь (Республика Беларусь, г. Минск)

Ковтун Вадим Анатольевич, д-р техн. наук, проф., Гомельский инженерный институт МЧС Республики Беларусь (Республика Беларусь, г. Гомель)

Корневский Николай Алексеевич, д-р техн. наук, проф., Юго-Западный государственный университет (Россия, г. Курск)

Лопанов Александр Николаевич, д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет (Россия, г. Белгород)

Манохин Вячеслав Яковлевич, д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, г. Воронеж)

Меньших Валерий Владимирович, д-р физ.-мат. наук, проф., Воронежский институт МВД России (Россия, г. Воронеж)

Овсяник Александр Иванович, д-р техн. наук, проф., Научно-техническое управление МЧС России (Россия, г. Москва)

Платонов Игорь Артемьевич, д-р техн. наук, проф., Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С. П. Королева (Россия, г. Самара)

Прус Юрий Витальевич, д-р физ.-мат. наук, проф., Академия ГПС МЧС России (Россия, г. Москва)

Полевой Василий Григорьевич, канд. воен. наук, доц., Академия гражданской защиты МЧС России (Россия, г.о. Химки)

Ресснер Франк, д-р естеств. наук, проф., Ольденбургский университет (ФРГ, г. Ольденбург)

Рудаков Олег Борисович, д-р хим. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, г. Воронеж)

Sumets Pavel PhD in Engineering, The University of Auckland, New Zeland

Селеменов Владимир Федорович, д-р хим. наук, проф., Воронежский государственный университет (Россия, г. Воронеж)

Стожко Наталия Юрьевна, д-р хим. наук, проф., Уральский государственный экономический университет (Россия, г. Екатеринбург)

Сулмина Елена Германовна, д-р хим. наук, проф., Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского (Россия, г. Саратов)

Тростянский Сергей Николаевич, д-р техн. наук, доц., Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Федянин Виталий Иванович, д-р техн. наук, проф., Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Шарапов Сергей Владимирович, д-р техн. наук, доц., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, г. Санкт-Петербург)

Редактор: *Семейко Елена Александровна*, канд. филол. наук

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 94015.

Подписано в печать 26.03.2015. Усл. печ. л. 6,0. Тираж 500 экз. Заказ № 000.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56856 от 29.01.2014.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231, ком. 1214;
тел.: (473) 242-12-63; e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

ОТПЕЧАТАНО: ИПЦ «Научная книга»

г. Воронеж, ул. Среднемосковская, 32Б, офис 3; тел.: (473) 200-81-04, 200-81-02

© ФГБОУ ВПО Воронежский институт
ГПС МЧС России, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ	6
Адсорбционные свойства аморфных нанографитов <i>Голев И.М., Русских Е.А., Русских Д.В., Донец С.А.</i>	6
Влияние структуры полимеров на эксплуатационные свойства материалов Старов В.Н. , <i>Зенин Ю.Н., Калач А.В.</i>	11
БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	18
Численное моделирование прогрева строительных конструкций для определения коэффициента теплоотдачи при пожарах <i>Зайцев А.М., Болгов В.А.</i>	18
ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	26
Выбор температурного класса взрывозащищенного электрооборудования при проектировании производственных помещений с использованием дескрипторов и нейронных сетей <i>Королев Д.С.</i>	26
Диагностика утечек в гидравлических системах с целью обеспечения безопасности их функционирования <i>Сазонова С.А., Колодяжный С.А., Сушко Е.А.</i>	31
Обеспечение безопасности функционирования гидравлических систем с помощью оценивания состояния <i>Сазонова С.А., Сушко Е.А., Скляров К.А.</i>	35
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	39
Анализ лесных кварталов по частоте пожаров <i>Мазуркин П.М.</i>	39
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	46
Концептуальные подходы к трактовке понятия «чрезвычайная ситуация» <i>Андреев С.А.</i>	46
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ	55
Анализ качества тестовых материалов, используемых в процессе обучения курсантов <i>Черткова А.С., Ситников А.И.</i>	55

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	60
Общая характеристика возможностей «Системы-112» в странах Европейского Союза <i>Борзенкова Е.Н.</i>	60
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ	67
О прохождении обучения в рамках курса по ликвидации последствий стихийных бедствий и кризисному управлению на базе Центра образования и исследований в области гуманитарных действий (СЕРАН) Женевского университета <i>Картавцев Д.В., Калач А.В., Шуткин А.Н.</i>	67
Анализ обстановки с пожарами и последствий от них на территории Российской Федерации за 2 месяца 2015 года	72

CONTENTS

SAFETY OF SUBSTANCES AND MATERIALS	6
Adsorption properties of amorphous nanographite <i>Golev I.M., Russkih E.A., Russkih D.V., Donec S.A.</i>	6
Effect on the structure of polymers operational properties of materials <u>Starov V.N.</u> , <i>Zenin Yu. N., Kalach A.V.</i>	11
SAFETY OF STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS	18
Numerical modeling heating construction for determining heat transfer coefficient in case of fire <i>Zaitsev A.M., Bolgov V.A.</i>	18
FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY	26
Temperature class explosion choice in design electrical industrial building with the use of descriptors and neural networks <i>Korolev D.S.</i>	26
Diagnosis of leaks in hydraulic systems to ensure the safety of their operation <i>Sazonova S.A., Kolodyazhny S.A., Sushko E.A.</i>	31
Ensuring the safety of the operation of hydraulic systems using state estimation <i>Sazonova S.A., Sushko E.A., Sklyarov K.A.</i>	35
GENERAL FIRE SAFETY	39
The analysis of forest quarters on the frequency of fires <i>Mazurkin P.M.</i>	39
PROBLEMS AND PROSPECTS OF PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS	46
Conceptual approaches to the interpretation of the concept «emergency situation» <i>Andreev S.A.</i>	46
MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS	55
Analysis of the quality of test materials which used in the cadet's process of training <i>Chertkova A.S., Sitnikov A.I.</i>	55

EDUCATIONAL TECHNOLOGIES	60
General characteristic «System-112» in the European Union <i>Borzenkova E.N.</i>	60
INFORMATIONAL MESSAGES	67
On completing the course of crisis based control center for education and research in humanitarian action (CERAH) University of Geneva <i>Kartavtsev D.V., Kalach A.V., Shutkin A.N.</i>	67
Analysis of the situation with fires and consequences from them on the territory of the Russian Federation in 2 months 2015	72



БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

УДК 539.219

АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АМОРФНЫХ НАНОГРАФИТОВ

И.М. Голев, Е.А. Русских, Д.В. Русских, С.А. Донец

В настоящее время углеродные наночастицы представляют большой интерес для исследований, так как их электрические и сорбционные свойства мало изучены. Образцы для исследований были получены в процессе разложения метана (CH_4) на водород и углерод в плазмохимическом реакторе. В статье приведены результаты исследования влияния адсорбции молекул газа толуола, ацетона и углекислого газа на электропроводность компактированных аморфных нанографитов с размером структурных элементов от 40 до 100 нм.

Ключевые слова: углеродные наночастицы, адсорбция газов, электропроводность, компактированные аморфные нанографиты.

Введение. Нанокремний и его модификации, являясь достаточно новым и сравнительно недавно открытым классом веществ, находят все более широкое применение в различных направлениях химической промышленности, индустрии конструкционных и строительных материалов, системах обеспечения безопасности, электроники и медицины [1]. Высокая востребованность углеродных наноматериалов связана с разнообразием химических и физических свойств, демонстрируемых ими, а также огромным потенциалом с точки зрения их модифицирования.

Голев Игорь Михайлович, д-р физ.-мат. наук, профессор, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина». Россия, Воронеж, e-mail: imgol@rambler.ru.

Русских Елена Алексеевна, к.т.н., ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина». Россия, Воронеж, e-mail: russelena17@mail.ru.

Русских Дмитрий Викторович, к.т.н., Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России. Россия, Воронеж, e-mail: russcience@mail.ru.

Донец Сергей Анатольевич, к.т.н., Воронежский институт Государственной противопожарной службы МЧС России. Россия, Воронеж, e-mail: pm_ig@mail.ru.

© Голев И.М., Русских Е.А., Русских Д.В., Донец С.А., 2015

Важным моментом для применения нанокремниевых материалов и их модификаций является необходимость всестороннего исследования их физико-химических свойств.

Большой интерес представляют углеродные наночастицы с размером структурных элементов менее 100 нм. В отличие от таких замкнутых и закрытых систем, как нанотрубки и фуллерены, атомы углерода, в которых образуют гексагональные сетки графита и не имеют свободных химических связей, углеродные наночастицы имеют значительное число атомов углерода, расположенных на поверхности и краях, что делает их более реакционноспособными. Подобные объекты мало изучены, хотя большое количество ненасыщенных связей может способствовать наличию у них разнообразных электрических и сорбционных свойств. Такого рода материалы могут использоваться в качестве сенсорных элементов датчиков газов для мониторинга окружающей среды, обнаружения токсичных и взрывоопасных газов, в медицине и других областях обеспечения безопасной жизнедеятельности человека [2].

Целью данной работы является изучение влияния адсорбированных газовых молекул на электропроводность компактированных аморфных нанографитов, имеющий средний размер частиц 70 нм (рис. 1).

Методика эксперимента. Наночастицы аморфного углерода получены на опытно-промышленной установке, позволяющей проводить

процесс разложения метана (CH_4) на водород и углерод в плазмохимическом реакторе [3]. Электронная плазма создается между графитовыми электродами, к которым подводится постоянный ток величиной 200 – 250 А при напряжении 1100 – 1200 В. В межэлектродное пространство запускается поток газообразного метана, который, взаимодействуя с плазмой, диссоциирует на составляющие: водород и углерод. Водород собирается в газгольдере, а атомарный углерод конденсируется в виде рыхлой массы на стенках реактора, в циклоне и на фильтре.

По расчётам время формирования частиц углерода не превышает 0,01 – 0,03 с.

На рис. 1 представлены снимки, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа (а, б), а также электронограмма (в) углеродных наночастиц, полученных при разложении метана в плазмохимическом реакторе. Размер углеродных образований составил от 40 до 100 нм. Электронная дифракция от наночастиц углерода показала, что атомы углерода образуют аморфную структуру [3].

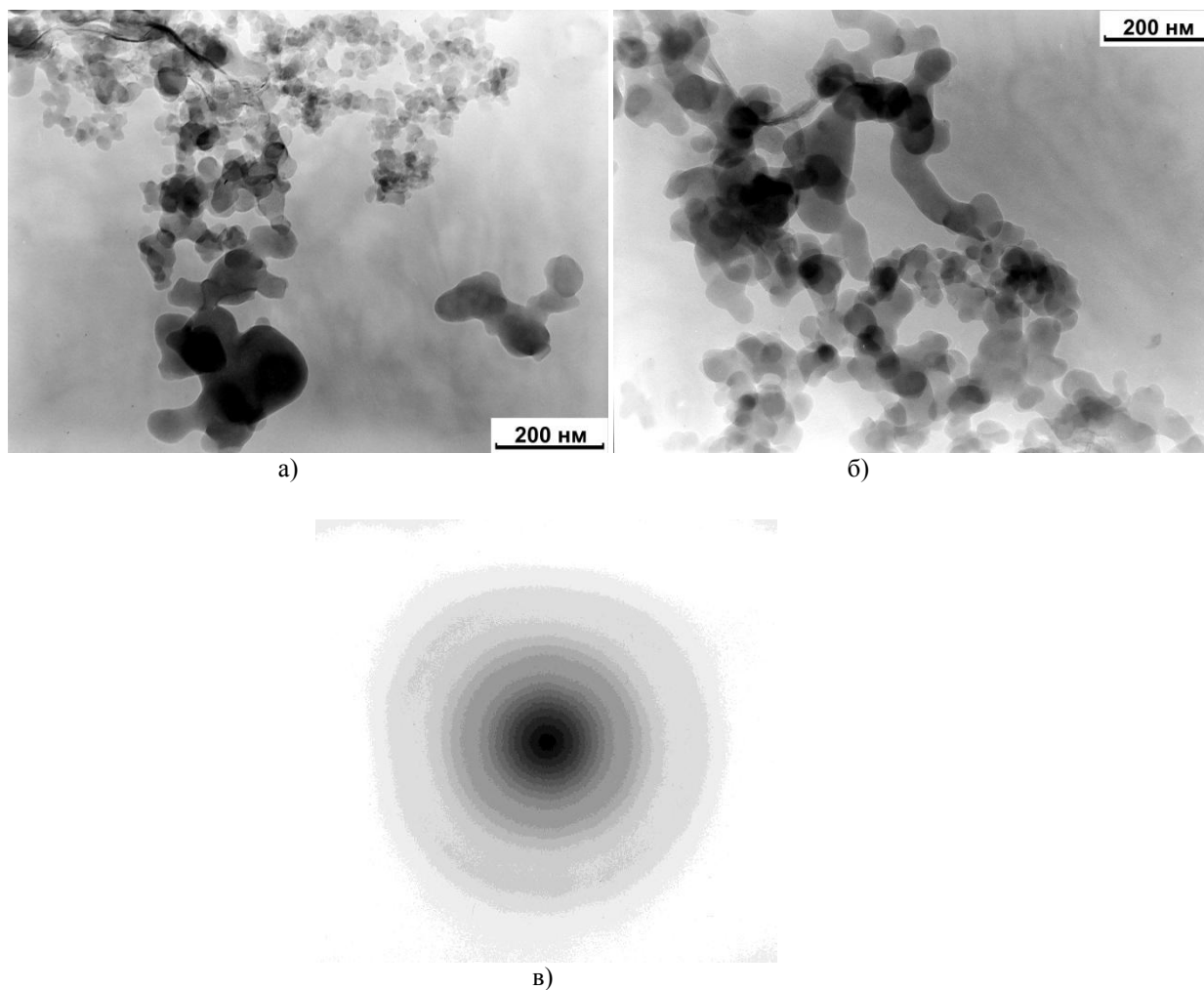


Рис. 1. Светлопольные ПЭМ изображения (а, б) и электронограмма (в) углеродных наночастиц, полученных при разложении метана в плазмохимическом реакторе

Учитывая аморфность структуры наночастиц углерода, можно предположить, что их поверхность характеризуется значительным числом оборванных связей. Такие наночастицы должны обладать высокой чувствительностью к адсорбции газовых молекул вследствие того, что они являются квантостеночными объектами с повышенной плотностью электронных состояний на краях, обусловленной морфологией гексагональной сетки и π -

электронами. С учетом достаточно высокой удельной проводимости поверхностных состояний и аморфности структуры, углеродные частицы могут быть использованы и в качестве катализаторов органических веществ.

Образцы для исследований изготавливались методом прессования из порошка нанографитных частиц, смоченного толуолом, в пресс-форме при

давлении 0,4-0,5 МПа [2]. При прессовании прикладывались ударные механические нагрузки до тех пор, пока величина сопротивления образца становилась независимой от механических воздействий пуансона. Плотность полученных таким образом образцов равнялась $1,27 \pm 0,05 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$.

Результаты и обсуждение. Непосредственно перед измерениями образцы подвергались отжигу на воздухе при температуре 493 К в течение

30 мин. Исследования влияния газов на электропроводность компактированных аморфных нанографитов проводились в объёме, заполненном воздухом при давлении 101,3 кПа, температуре 293 К и относительной влажности не более 20 %. Объёмная концентрация C веществ при измерениях менялась с шагом 0,3 %. Результаты измерений представлены на рис. 2.

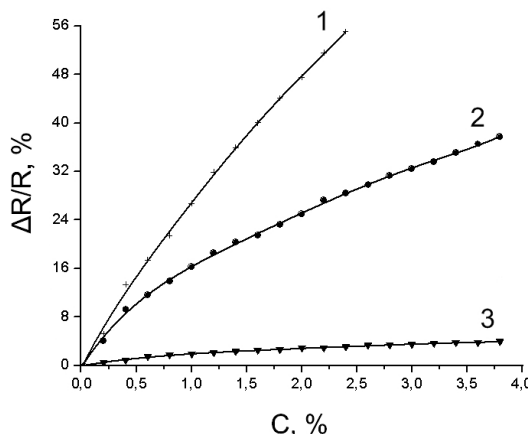


Рис. 2. Кривые изменения электрического сопротивления $\Delta R/R$ в зависимости от объёмного содержания молекул толуола (1), ацетона (2) и двуокиси углерода (3).

Наибольшее изменение сопротивления вызывают молекулы толуола (кривая 1, рис. 2). Объёмная концентрация до 2,4 % приводит к изменению сопротивления на 56 %. Компактированные из нанографитов образцы также очень чувствительны к молекулам ацетона. Сопротивление меняется на 36 % при изменении объёмной доли ацетона до 3,75 %. В наименьшей степени на сопротивление влияют молекулы CO_2 . Сопротивление изменяется всего лишь на 4 % при увеличении объёмной доли CO_2 до 3,75 %. Столь малое изменение электрического сопротивления обусловлено малыми разме-

рами молекулы CO_2 (эффективный диаметр CO_2 равен 0,332 нм), которая не оказывает существенного влияния при интеркаляции между гексагональными сетками графита.

Для исследуемых образцов были проведены измерения температурной зависимости электрической проводимости σ в диапазоне от 300 до 420 К, которые показали, что с ростом температуры величина σ увеличивается [4, 5]. Результаты представлены на рис. 3 в координатах $\ln \sigma = f(T^{-1})$ и $\ln \sigma = f(T^{-1/4})$.

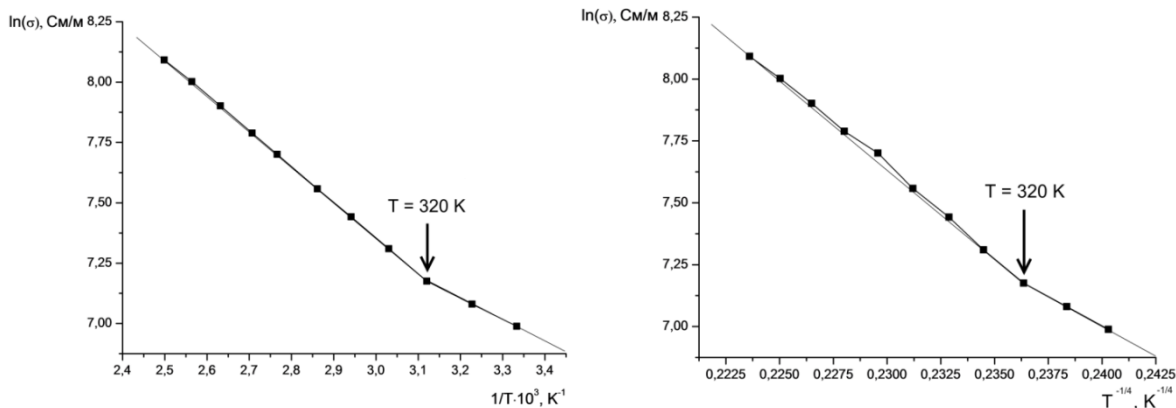


Рис. 3. Температурная зависимость электрической проводимости σ для образцов, полученных компактированием углеродных нановолокон:

- а) в координатах $\ln \sigma = f(T^{-1})$;
- б) в координатах $\ln \sigma = f(T^{-1/4})$.

Анализ поведения электрической проводимости σ в зависимости от температуры проводился в рамках модели Н. Мотта [6] для сильно неупорядоченных сред, предполагающей прыжковый механизм переноса заряда. Наклон зависимостей $\sigma(T)$ дает возможность определить механизмы переноса заряда: от проводимости по локализованным состояниям при повышенных температурах, до прыжкового переноса по локализованным состояниям с переменной длиной прыжка вблизи уровня Ферми при более низких температурах.

В случае, когда возможен перенос носителей заряда за край подвижности в нелокализованные (распространенные по всему объему тела) состояния с энергиями E_C , температурная зависимость проводимости (для электронов) имеет вид:

$$\sigma = \sigma_m \cdot \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{k_B T}\right), \quad (1)$$

где σ_m – минимальная металлическая проводимость; k_B – постоянная Больцмана; E_C и E_F – дно зоны проводимости и энергия Ферми. Функция $\sigma(T)$ в координатах $\ln \sigma = f(T^{-1})$ будет линейной, и соответствовать проводимости по ближайшим локализованным состояниям.

В случае прыжкового механизма переноса зарядов по локализованным состояниям температурная зависимость имеет вид

$$\sigma = \sigma_1 \cdot \exp\left(-\frac{E_A - E_F + W_1}{k \cdot T}\right), \quad (2)$$

где W_1 – энергия активации прыжка и функция $\sigma(T)$ будет линейной в координатах

$$\ln \sigma = f(T^{-1/4}).$$

Анализ полученных зависимостей проводился в системах координат: $\ln \sigma = f(T^{-1})$ и

$$\ln \sigma = f(T^{-1/4}).$$

Установлено, что в структурах из наночастиц углерода в аморфном состоянии в области температур от 300 до 320 К доминирует механизм электрической проводимости по локализованным состояниям вблизи уровня Ферми с переменной длиной прыжка. При температурах 320 ÷ 420 К наблюдается проводимость по ближайшим локализованным состояниям.

Для дальнейшего рассмотрения физических явлений будем считать, что нано- и микрочастицы углерода имеют сферическую форму (рис. 4).

В этом случае проводимость системы углеродных «шариков» радиуса R_{sphere} будет определяться проводимостью самих «шариков» и проводимостью контактов между ними. Принимая во внимание, что для наночастиц углерода характерно наличие большого числа оборванных связей, можно предположить, что при их контакте происходит восстановление связей углерод-углерод.

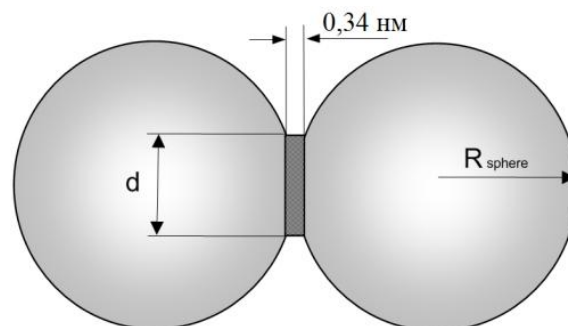


Рис. 4. Схема электрических контактов между частицами, имеющими сферическую форму.

Длина такой связи в алмазе равна 0,142 нм. Структура графита слоистая, а каждый атом образует сильные химические связи с другими атомами, расположенными в плоскости на расстоянии 0,140 нм, в то время как сами плоскости находятся друг от друга на существенно большем расстоянии – 0,335 нм и связаны слабыми ван-дер-ваальсовыми связями. Механические свойства получаемых образцов свидетельствуют о наличии между сферическими гранулами последнего типа связей. Следовательно, за величину длины контакта между гранулами можно принять значение $l_k = 0,34$ нм. Очевидно, что в создании контактов участвуют случайные оборванные связи. Тогда можно предположить наличие в области контакта высокой концентрации дефектов и, как следствие, наличие моттовского механизма проводимости.

Диаметр контакта d при этом будет равен:

$$d = 2\sqrt{R_{\text{sphere}}^2 - (R_{\text{sphere}} - l_k)^2} \quad (3)$$

Для $l_k = 0,34$ нм и $R = 50$ нм, значение $d = 11,6$ нм.

Так как размеры области контакта существенно меньше размеров структурных элементов (70 нм), то очевидно, что электрические свойства компактированных структур будут в основном определяться электрофизическими свойствами контактов.

Логично предположить, что изменение электрического сопротивления этого материала при адсорбции газов также связано с процессами, происходящими в области электрических контактов между наночастицами. Это соответствует зернограничной модели газовой чувствительности [7, 8], свойственной для пленок с высокой концентрацией носителей заряда, когда электросопротивление пленки определяется сопротивлением зернограничных контактов.

В заключение можно сделать вывод, что материал в виде скомпактированных наночастиц графита может эффективно использоваться для адсорбции газовых молекул в сенсорных элементах датчиков газового состава.

Библиографический список

1. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. М717 Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Елецких А.В. Сорбционные свойства углеродных наноструктур / А.В. Елецких // УФН. – 2004. – Т. 174. – № 11. – С. 1191 – 1231.
3. Золотухин И.В. Получение наночастиц аморфного углерода плазмохимическим разложением метана / И.В. Золотухин, В.И. Пригожин, А.Р. Савич, М.Н. Копытин, А.В. Усков // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров: НТЦ «ТАТА». – 2008. – №9. – С. 20 – 22.
4. Золотухин И.В. Структура, морфология и проводимость нанографитов, полученных при распылении графита в электрической дуге / И.В. Золотухин, И.М. Голев, А.В. Нефёдов, А.В. Усков, С.А. Солдатенко // «Нанотехника». ЗАО «Концерн "Наноиндустрия"». – 2009. – № 4(20). – С. 21 – 24.
5. Усков А.В., Голев И.М., Золотухин И.В. Проводимость и термоэлектрические свойства компактированных нанографитовых материалов / А.В. Усков, И.М. Голев, И.В. Золотухин // Вестник ВГТУ. – 2011. – Том 7. – № 11.1. – С. 62 – 65.
6. Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах / Н. Мотт, Э. Дэвис – М.: Мир, 1982, Т. 1. – 375 с.
7. Васильев Р.Б. Газовая чувствительность границ раздела в полупроводниковых материалах / Р.Б. Васильев, Л.И. Рябова, М.Н. Румянцева, А.М. Гасков // Сенсор. – 2005. – № 1(14). – С. 21 – 49.
8. Barsan N. MOX semiconductor surfaces & bulk properties (electrical point of view) & conduction models of MOX semiconductors. Selectivity, Sensitivity, Stability. Summer school, Igora, Konevets Island, 2011.

References

1. Mishhenko S.V., Tkachev A.G. M717 Uglерodnye nanomaterialy. Proizvodstvo, svojstva, primeneniye / S.V. Mishhenko, A.G. Tkachev – M.: Mashinostroeniye, 2008. – 320 s.
2. Eleckih A.V. Sorbcionnyye svojstva ugle-rodnyh nanostruktur / A.V. Eleckih // UFN. – 2004. – T. 174. – № 11. – S. 1191 – 1231.
3. Zolotuhin I.V. Poluchenie nanochastich amorfного uglерoda plazmohimicheskim razlozheniem metana / I.V. Zolotuhin, V.I. Prigozhin, A.R. Savich, M.N. Kopytin, A.V. Uskov // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Аl'ternativnaja jenergetika i jeko-logija». – Sarov: NTC «ТАТА». – 2008. – №9. – S. 20 – 22.
4. Zolotuhin I.V. Struktura, morfologija i provodimost' nanografитov, poluchennyh pri raspыlenii grafita v jelektricheskoj duge / I.V. Zolotuhin, I.M. Golev, A.V. Nefjodov, A.V. Uskov, S.A. Soldatenko // «Nanotehnika». ZAO «Koncern "Nanoindustrija"». – 2009. – № 4(20). – S. 21 – 24.
5. Uskov A.V., Golev I.M., Zolotuhin I.V. Provodimost' i termojelektricheskie svojstva kompaktirovannyh nanografитovyh materialov / A.V. Uskov, I.M. Golev, I.V. Zolotuhin // Vestnik VGTU. – 2011. – Tom 7. – № 11.1. – S. 62 – 65.
6. Mott N., Djevis Je. Jelektronnyye processy v nekrystallicheskih veshheshvah / N. Mott, Je. Djevis – M.: Mir, 1982, T. 1. – 375 s.
7. Vasil'ev R.B. Gazovaja chuvstvitel'nost' granic razdela v poluprovodnikovyh materialah / R.B. Vasil'ev, L.I. Rjabova, M.N. Rumjanceva, A.M. Gas'kov // Sensor. – 2005. – № 1(14). – C. 21 – 49.
8. Barsan N. MOX semiconductor surfaces & bulk properties (electrical point of view) & conduction models of MOX semiconductors. Selectivity, Sensitivity, Stability. Summer school, Igora, Konevets Island, 2011.

ADSORPTION PROPERTIES OF AMORPHOUS NANOGRAPHITE

Golev I.M., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Military Educational Institution of Higher Professional Educational Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»

(Voronezh), e-mail: imgol@rambler.ru.

Russkih E.A., Cand.Tech.Sci, Military Educational Institution of Higher Professional Educational Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»

(Voronezh), e-mail: russelena17@mail.ru.

Russkih D.V., Cand.Tech.Sci,

Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, e-mail: russcience@mail.ru.

Donec S.A., Cand.Tech.Sci,

Voronezh institute of State Firefighting service of EMERCOM of Russia, pm_ig@mail.ru.

Now carbon nanoparticles represent the big interest for researches as their electric and adsorption properties are a little studied. Samples for researches have been received in the course of methane decomposition (CH₄) on hydrogen and carbon in plasmachemical reactor. In article results of research of influence of adsorption of molecules of gas of toluene, acetone and carbonic gas on electroconductivity compacting amorphous nanographite with the size of structural elements from 40 to 100 nanometers are provided.

Keywords: carbon nanoparticles, adsorption of gas, electroconductivity, compacting amorphous nanographite.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

В.Н. Старов, Ю.Н. Зенин, А.В. Калач

Исследованы основные требования к эксплуатационным свойствам материалов и деталей из композиционных фторопластов в зависимости от вида и структуры полимеров. Рассмотрена роль вида и структуры композиционных фторопластовых материалов в повышении огнестойкости и работоспособности изделий из них.

Ключевые слова: полимеры, композитные фторопласты.

Многие отечественные предприятия требуют технического перевооружения производств. При этом возросла потребность как в новом оборудовании, комплектующих и высокоресурсных механизмах, имеющих высокую производительность, так и в новых материалах, имеющих наряду с высокими эксплуатационными показателями высокие показатели пожаро- и взрывоопасности.

Известно, что причинами пожаров и взрывов на промышленных объектах помимо нарушения мер безопасности и технологического режима являются неисправности электрооборудования, запорной арматуры, отсутствие заглушек, самовозгорание веществ, а также ненадежность оборудования, имеющего комплектующие, постоянно подвергающиеся процессам интенсивного износа. Последние свойства во многом зависят от конструкций этих деталей и вида материалов, из которых изготовлены триботехнические элементы оборудования и узлов. Поэтому важным направлением является повышение надежности, долговечности и безопасности изделий за счет использования качественных деталей, обладающих набором высокоресурсных свойств, например, материалов с малым коэффициентом трения, повышенной износостойкостью, высокими прочностными характеристиками и малыми негативными воздействиями на окружающую природную среду и т. д.

Одним из эффективных и апробированных за последние годы направлений является использование в машинах и оборудовании систем из неметаллических, металлополимерных и сложнопolyмер-

ных, трудносгораемых материалов, то есть тех, которые под действием огня и высокой температуры с трудом воспламеняются.

Эти материалы тлеют или обугливаются только при наличии источника огня, а при его отсутствии горение или тление прекращается.

Так как пожаро- и взрывоопасность объектов определяется параметрами пожароопасности и количеством используемых в технологических процессах материалов, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, а также наличием источников зажигания и условий для быстрого распространения огня, то в ответственных узлах машин, какими являются подшипники скольжения, уплотнительные устройства, направляющие с антифрикционными покрытиями, применяют синтетические трудносгораемые триботехнические материалы с заранее заданными свойствами и специальные компоненты оборудования.

Отметим, что в современной технике широко используются пневматические, гидравлические и вакуумные системы, в которых роль герметизирующих элементов выполняют уплотнители из полимеров, металлов, пластмасс, резин и других материалов.

Важное место в уплотнительной технике сегодня принадлежит эластомерным материалам. Особое и перспективное место среди новых материалов с малым трением и высокой огнестойкостью занимают композиционные огнестойкие полимерные материалы (КОПМ). Их применяют, как указывалось выше, в разных машинах: в узлах уплотнительной техники, гидро- и пневмосистемах оборудования; в качестве покрытий направляющих узлов станков и роботов; подшипниках скольжения; в колодочных тормозах подъемно-транспортных устройств, оборудовании, где КОПМ незаменимы.

Сложной задачей любых исследований является определение рациональных технических возможностей, проявляющихся в условиях реальной эксплуатации разнообразных деталей из КОПМ. Это позволяет не только определить и уточнить области применения полимерных композиций, но и

Старов Виталий Николаевич, доктор тех. наук, профессор, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж

Зенин Юрий Николаевич, начальник Воронежского института ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: vigps@mail.ru

Калач Андрей Владимирович, доктор химических наук, доцент; Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: AVKalach@gmail.com

© Старов В.Н., Зенин Ю.Н., Калач А.В., 2015

дает возможность прогнозировать, проектировать компоненты оборудования с высокой надежностью и высокими эксплуатационными свойствами и высокую огнестойкость.

В настоящее время весьма разнообразен ассортимент выпускаемых уплотнителей: это прокладки и кольца с различной конфигурацией сечения, монолитные и губчатые уплотнители, резиновые, резинометаллические и резинотканевые манжеты, резинометаллические клапаны, мембраны, диафрагмы, сильфоны, профили и др. Их размеры находятся в широком диапазоне: от миниатюрных (с диаметрами в несколько миллиметров) до достигающих по периметру несколько десятков метров (это длинномерные уплотнения).

При сравнительно простых технологиях получения сопряженных металлических поверхностей благодаря уникальному комплексу свойств уплотнители из резины обеспечивают высокую герметичность в самых разнообразных условиях эксплуатации. Преимуществом таких уплотнений является простота их изготовления, возможность различного армирования резиновых деталей, а также возможность поагрегатной сборки и взаимозаменяемость изделий и, безусловно, повышенная огнестойкость.

Эксплуатационные условия уплотнительных изделий разнообразны, в том числе, жидкие, газообразные, инертные и агрессивные рабочие среды. У них широкий рабочий температурный диапазон: от -60 до $+250^{\circ}\text{C}$. Такие изделия выдерживают высокие давления (до 100 МПа) и глубокий вакуум (до 10^{-11} Па).

Оценка ассортимента имеющейся отечественной сырьевой базы является одним из основных этапов развития уплотнительных элементов с высокой огнестойкостью. Для изготовления резиновых уплотнений применяются многие каучуки специального и общего назначения – бутадиеннитрильные, бутадиенстирольные, фторкаучуки, силиконовые, фторсиликоновые и другие. Однако каучуки не могут удовлетворить все возрастающие требования эксплуатации к уплотнителям, подшипникам скольжения, направляющим и другим узлам как с эксплуатационных, так и пожароопасных требований.

В последние годы на российский рынок не поступают необходимые каучуки, которые при введении в их состав новых мономеров позволили бы значительно расширить эксплуатационные возможности резин. Появление некоторых новых видов каучуков также не изменяет принципиально состояние сырьевой базы, так как стоимость этих материалов высока. Обычно их применяют лишь для изготовления уплотнительных элементов комплекующих изделия уникального назначения. Следовательно, надо искать новые материалы и эффективные конструкции из них.

Перспективным направлением является создание комбинированных материалов из резины с

пластмассами, стеклотканями, керамикой [1, 2]. Такие технические решения широко применяются при изготовлении в резиноармированных манжетах, используемых для быстроходных валов вращения и в соединениях с возвратно-поступательными движениями. Для придания при эксплуатации резине более высоких физико-механических характеристик применяются композиционные уплотнения, в которых часть функций резин выполняют покрытия из других материалов, более стойких к высоким температурам и агрессивным средам (винилпласты, фторопласты).

Наряду с достаточной огнестойкостью синтетические уплотнительные элементы должны выполнять функции герметизации, упругости, передачи давления. Такая многофункциональность обеспечивает широкое применение эластичных уплотнений, но одновременно ограничивает их использование в условиях все возрастающих требований из-за потерь ряда свойств при эксплуатации. Основные потери свойств происходят локально при трении в зоне контакта с уплотняемым подвижным соединением.

Особым и хорошо себя зарекомендовавшим в эксплуатации материалом, который способен выдерживать большие нагрузки, давление, а также имеет небольшой коэффициент трения и высокую огнестойкость, является фторопласт-4 (Ф-4). Применение его в качестве конструкционного материала элементов оборудования во многом удовлетворяет жестким требованиям эксплуатации.

Однако сам по себе материал, имеющий высокую стойкость к старению, воздействию агрессивных и биологических сред, высокие антифрикционные свойства, из-за низких механических характеристик, невысокой теплопроводности и высоких коэффициентов линейного и объемного термического расширения, не определяет однозначно решение проблемы получения универсального материала с широким диапазоном высоких эксплуатационных и пожаростойких свойств. Поэтому в целом, ситуацию, связанную с использованием фторопласта-4 в качестве конструктивных элементов техники, во многих случаях можно считать решенной лишь удовлетворительно.

Известна классификация использования фторопласта-4. Она подтверждает многоплановость применения фторопласта. Однако, если области применения деталей из чистого фторопласта-4 уже сформировались [2], то пристальное внимание привлекает к себе создание новых композиционных материалов на основе модифицированного и структурированного Ф-4, которые обеспечивают изделиям из композиционных материалов высокие эксплуатационные свойства.

Проведем анализ имеющихся данных основных физико-механических характеристик (КОПМ) и изделий из них. Это необходимо, чтобы уточнить требования к условиям изготовления изделий и

рациональной эксплуатации различных технических систем.

Рассмотрим результаты (таблица), полученные авторами различных работ [2, 3] при исследовании прочности на растяжение исходных материалов и композиций. Сравнивая показатели, видим,

что не только слой полимеров разной толщины (это моноблоки и пленки), но также различие каркаса и наполнителя (фторопластовая или иная ткань) оказывают влияние на прочностную характеристику композиционного материала.

Таблица

Величины прочности при растяжении КОПМ

Температура исходного материала, (°C)	Прочность σ_r , МПа, КОПМ при разной толщине пленки			
	Толщина пленки h , мкм			
	20	80	140	200
	по основе по утку	по основе по утку	по основе по утку	по основе по утку
Ткань «Нафтлен» и приваренная пленка Ф-4				
330	<u>53,5</u>	<u>51,4</u>	<u>53,8</u>	<u>52,9</u>
	33,5	35,3	34,5	35,1
350	<u>56,2</u>	<u>56,3</u>	<u>55,9</u>	<u>55,7</u>
	35,2	36,2	35,7	35,0
370	<u>45,3</u>	<u>44,9</u>	<u>45,1</u>	<u>45,2</u>
	21,1	21,3	20,8	20,8
Ткань «Даклен» и приваренная пленка Ф-4				
330	<u>63,5</u>	<u>63,8</u>	<u>62,9</u>	<u>62,5</u>
	55,7	54,8	54,0	54,1
350	<u>64,0</u>	<u>65,0</u>	<u>63,9</u>	<u>64,3</u>
	54,1	55,8	56,0	55,2
370	<u>42,1</u>	<u>40,8</u>	<u>41,0</u>	<u>41,5</u>
	19,5	20,8	21,1	22,1

Анализ показывает, что изменения технологических параметров получения композиций существенно сказываются на прочностных показателях изделий. Так, увеличение температуры сварки пленки и основы с 350 до 370°C способствует изменению прочности при растяжении пленки на 14-19% для «Нафтлена» и на 50-52% для «Даклена».

Существует диапазон рациональных температур сварки (близких для обоих материалов) к 350 °С. Показатель прочности при растяжении образцов, полученных при рациональной температуре 350 °С, на 25% (для «Нафтлена») и на 56% (для «Даклена») выше, чем прочность образцов, полученных при температуре 370 °С. При этой температуре происходит полное спекание волокон и пленки фторопласта-4 в монолитный блок.

Отметим два важных момента, указанных в работе [1]. Первый это то, что наличие монолитного слоя фторопласта-4 на лицевой поверхности тканого материала оказывает положительное влияние на увеличение прочности образцов при сжатии. При силовом воздействии извне на деталь на основе сложного КОПМ имеем равномерное нагружение волокон, что способствует равномерному распределению нагрузки между ними.

Во-вторых, установлено, что фторопластовая пленка в КОПМ играет роль своеобразного связующего фактора, стабилизирующего прочностные

характеристики материала при его нагружении по основе и утку, т.к. уменьшается степень анизотропии механической прочности материала.

Исследуем влияние процесса сжатия, проявляющегося в различных условиях эксплуатации на свойства полимерных материалов. Это важно с тех позиций, что при работе на высоких пожароопасных скоростях, например, в подшипниковых узлах скольжения рабочие поверхности воспринимают немалые контактные нагрузки сжатия, а это сказывается на условиях работоспособности изделия.

Известно [1], что тканевый материал «Нафтлен» имеет прочность 430 МПа при сжатии. До этой нагрузки исходная структура не меняется. При дальнейшем увеличении нагрузки происходит нарушение ткани и разрушение на исходные составляющие волокон. Структура материала «Даклен» обладает более высокими прочностными характеристиками при сжатии, выдерживая нагрузку до 520 МПа.

Наличие дефектов волокон и материала значительно снижает прочностные характеристики детали, причем эти величины могут составлять 45-50 % от теоретически расчетной прочности. Следовательно, в перечень требований к дефектам из КОПМ должно входить условие – отсутствие дефектов на исходных материалах и тканевой основе.

В настоящее время наибольшее внимание у многих исследователей вызывают следующие перспективные применения КОПМ.

Во-первых, это создание композиционных материалов на основе наполненных композиций с использованием объемного каркаса из наполнителей. Ими являются: металлические высокодисперсные порошки (меди, бронзы, олово, железа, вольфрама и др.); минеральные (стеклопорошки, каолин, дисульфид молибдена, нитрид бора и др.); на основе углерода (графит, кокс, сажа и др.); волокнистые и тканевые каркасы (стекловолокно, кварцевое стекло, базальтовые усы, асбест и др.) [1, 2].

Вторым направлением считают область композитивов на основе фторопласта с пространственным замкнутым каркасом, внутри которого расположен подобный каркас наполнителя. Армирующими металлами для пространственных каркасов обычно являются бронза, олово, свинец, баббиты, т.е. материалы, увеличивающие механическую прочность, жесткость, теплопроводимость и имеющие температуру плавления, близкую к температуре переработки фторопласта-4.

Особо отметим третье направление использования фторопласта-4, которое связано с изготовлением труднообрабатываемых тонкослойных пленок. Способность к пленкообразованию является одной из особенностей полимеров, отличающих их от низкомолекулярных веществ. Эта способность обусловлена высокой асимметрией их молекул и возникновением в процессе пленкообразования специфических структурных образований и особенностей поведения полимерных веществ.

Нижний предел толщины пленок определяется прочностью полимера в вязкотекучем состоянии, а прочность в этом состоянии определяется межмолекулярным взаимодействием [4]. Чем выше когезионная прочность полимеров, тем более тонкими могут быть изготовлены пленочные материалы.

Все вышеуказанное присуще материалу фторопласт-4, но при использовании этих пленок из-за низких адгезионных свойств возникает вопрос поиска эффективного способа закрепления пленок из Ф-4 с материалом подложки. Многообразие предложенных решений в некоторой степени обеспечивает решение этих задач, но не все они обеспечивают высокие эксплуатационные свойства изделий из фторопластовых пленок.

Ограничениями является само разнообразие конструкций закрепления пленки и подложки. Так, физическое активирование поверхности полимера тлеющим разрядом или химическое активирование растворами натрия, лития, а также вдавливание в поверхность порошка или стружек металлов [2] значительно затрудняют технологии изготовления композиций и не обеспечивают надежных эксплуатационных соединений.

Известен способ получения покрытий при помощи фторопластовых волокон [1], но возникает

проблема тканевых материалов, где в качестве активных волокон используют стекловолокно, арамидные, хлопчатобумажные, углеродные высоко-модульные волокна или другие нити. Ограничением является невысокая прочность тканевых материалов в эксплуатационных условиях. Частичное решение проблемы достигается, когда проводят действия по приданию герметичности и сплошности лицевому слою фторопластовой ткани посредством создания на его поверхности плотного монолитного слоя из того же полимерного материала.

Повышению работоспособности элементов из КОПМ способствуют: формирование на поверхности тканевого материала и последующее спекание плотного слоя фторопласта-4; многократная пропитка материала суспензией; нанесение плотного слоя при помощи способа высокотемпературной сварки монолитного слоя, включая пленки фторопласта-4. Однако для этого необходимо исследовать вопросы составления структуры полимерных композиций как химическую и надмолекулярную организацию.

Известно мнение [4], что мелкосферолитная структура обеспечивает высокую прочность полиолефинов в любых условиях переработки. Также известно, что структура, благоприятствующая получению прочного полимерного материала, определяется условиями эксплуатации.

Длительное время была широко распространена точка зрения, в соответствии с которой одним из основных требований, предъявляемых к любому полимерному материалу, была его структурная однородность, что обеспечивалось изотропностью свойств, считавшуюся всегда положительным фактором. Эксперименты показали, что в условиях эксплуатации распределение напряжений в изделиях из полимеров происходит неравномерно. Поэтому ресурсы материала, обеспечивающие, например сопротивление разрушению, деформации, также должны «мобилизоваться» не одинаково по всему объему.

Наиболее интенсивно это происходит в тех областях, в которых в процессе длительной эксплуатации возникают наибольшие напряжения. Это вызывает необходимость в направлениях (зонах) наибольших напряжений создавать «усиленные конструкции», например, за счет каркасов из наполнителей или применяя другие принципы.

Повышение способности материала противостоять разрушению не требует равномерного увеличения энергии всех связей между элементами структуры материала, поэтому особое внимание при создании и эксплуатации изделий из КОПМ следует уделять виду и структуре материала, его внутренней конструкции.

В качестве критериев оценки композиционных полимеров целесообразно выбирать следующие показатели: сохранения структуры материала (особенно его тканевой основы); сохранение монолитного фторопластового слоя на лицевой стороне;

отсутствие расслаивания на составляющие волокна основы конструкции, а также основные показатели пожаро- и взрывоопасности (температуры вспышки, самовоспламенения и воспламенения веществ). Известно, что температуры вспышки, самовоспламенения и воспламенения горючих веществ определяются экспериментально или расчетом (ГОСТ 12.1.044-89); нижний и верхний концентрационный предел – экспериментально или руководствуясь «Расчетом основных показателей пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов». При этом пожаро- и взрывоопасность определяется параметрами пожароопасности и количеством используемых в технологических процессах материалов, конструктивными особенностями и режимами работы машин и оборудования, наличием источников зажигания и условий для быстрого распространения огня. Исходят из того, что пожароопасность веществ характеризуется линейной (см/с) или массовой (г/с) скоростями горения, а также предельным содержанием кислорода.

При горении твердых веществ (в том числе КППМ) скорость поступления летучих компонентов непосредственно связана с интенсивностью теплообмена в зоне контакта пламени и твердой поверхности. Массовая скорость выгорания ($\text{г/м}^2\text{-с}$) зависит от теплового потока с поверхности, физико-химических свойств твердого горючего и выражается формулой: $V = (Q_1 - Q_2) / q$, где V – массовая скорость выгорания материала, $\text{г/м}^2\text{-с}$; Q_1 , – тепловой поток от зоны горения к твердому горючему, кВт/м^2 ; Q_2 – теплотери твердого горючего в окружающую среду, кВт/м^2 ; q – количество тепла для образования летучих веществ, кДж/г .

Измерение линейных размеров образцов [1], подвергаемых циклическому нагреву и охлаждению, показывает наличие усадки или увеличение линейных размеров, деталей (см. рис.). Это очень важные условия необходимо включить в перечень требований, учитываемых при процессе изготовления различных узлов и деталей из КОПМ.

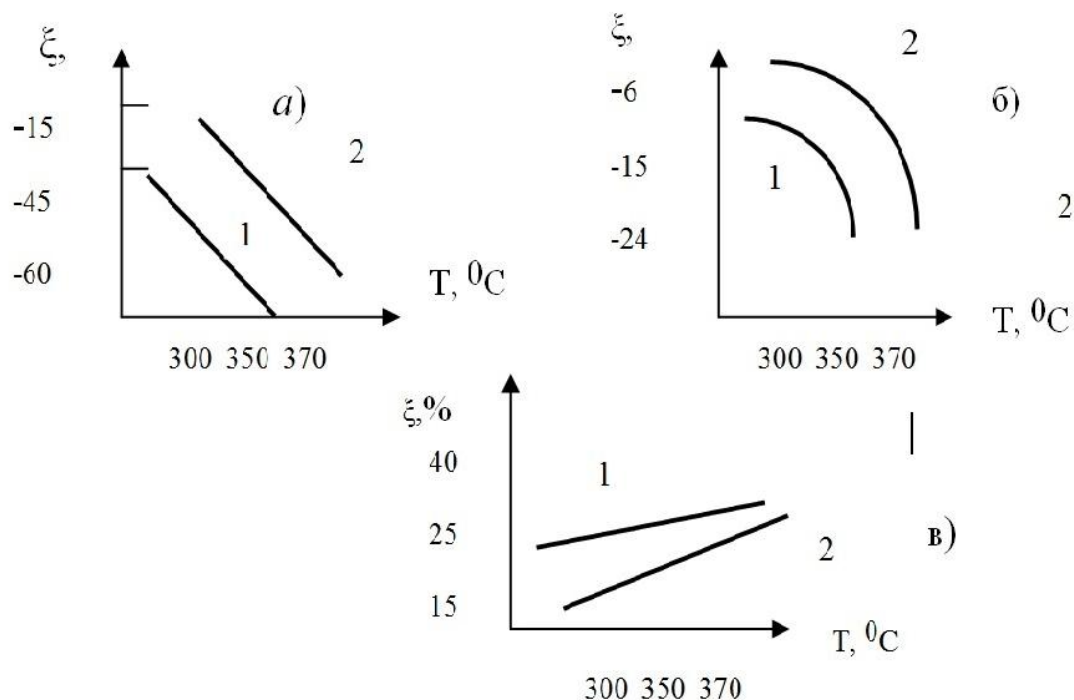


Рис. Изменение линейных размеров образцов полимеров, подвергшихся циклическому нагреву и охлаждению. Усадка «Нафтлена» (1) и «Даклена» (2) по основе (а); усадка (1) и (2) по утку (б); увеличение толщины материала для «Нафтлена» (1), «Даклена» (2) –(в)

Из графиков видно, что максимальная усадка в результате нагрева происходит по основе материала. При этом наблюдаются изменения толщины всего тканевого материала, а итогом является значительная (от 15 до 30%) усадка по всему объему материала. Объяснение влияния циклического воздействия на материал таково: внутренние дефекты, полученные в процессе производства волокон «залечиваются» нагревом в свободном состоянии до температуры сварки, что соответствует минимальной поверхностной

энергии, нередко называемой наличием «термической памяти» материала.

Известно [1, 4] влияние на стабилизацию линейных размеров предварительной термообработки перед процессом сварки, для чего необходимо осуществить нагрев до $350 \text{ }^\circ\text{C}$ тканевого материала, с последующим охлаждением до комнатной температуры. Число циклов должно быть не менее двух. Предварительная термообработка тканей «Нафтлен» и «Даклен», также как и волокон фторопласта-4, при-

водит к увеличению механических характеристик деталей за счет стабилизации текстуры тканей и исключения внутренних дефектов в волокнах. После термообработки прочность при растяжении тканевых материалов увеличивается на 10-15 %, а на сжатие – до 20 %.

Указанные результаты необходимо учитывать при создании композиционных материалов и деталей из них для любого оборудования и узлов. Считается, что минимальное число циклов предварительной термообработки, обеспечивающей эффективное протекание реологических процессов между свариваемыми материалами – два цикла.

На эксплуатационные свойства изделий из Ф-4 и КОПМ немалое влияние оказывает технология формирования самой конструкции.

Например, если на поверхность тканевого материала на лицевую сторону приварить фторопластовую пленку толщиной 100 мкм, то его прочность при сжатии повышается до 640 МПа (для «Нафтлена») и до 1430 МПа (для «Даклена») [1]. В процессе сварки благодаря проникновению фторопластовой пленки в поверхностные слои ткани и одновременному воздействию температуры образуется монолитный слой полимера, выполняющий роль оболочки, внутри которой расположено множество прядей из волокон и создается структура конструкции.

При решении задач повышения работоспособности и огнестойкости специальных элементов (компонентов) оборудования и машин необходимо учитывать следующие положения. Для увеличения прочности изделий из полимерных материалов необходимо, чтобы реализовывались, по крайней мере, два типа связей: 1) прочных, обеспечивающих противодействие разделения тела детали на части; 2) неустойчивых (лабильных), разрывов, перегруппировка которых соответствует рассеиванию энергии, освобождающейся в результате осуществления разрушения (разрыва) материала (пленки, волокна).

Отметим еще одну особенность КОПМ: с условием композиции наличие двух типов связей и ориентация прочных связей в требуемом направлении могут быть обеспечены в двух- или многокомпонентных системах, в которых наиболее прочный ориентирован в нужном направлении [4]. При этом важен следующий вопрос: не будет ли увеличение структурной неоднородности системы сопровождаться увеличением дисперсии характеристик прочности и уменьшением вследствие этого прочности полимерного материала.

Поскольку неоднородность структуры, как правило, означает наличие разных типов связей и протекание разных типов релаксационных процессов, обусловленных разрывом этих связей, то наличие нескольких типов релаксационных процессов может создать «благоприятные условия» для повышения прочности системы, изделия. Под благоприятными условиями мы понимаем формирование надмолекулярных образований в результате воздействия тепловых, магнитных, электрических или механических полей, т.е. процессов известных своим физико-химическим воздействием на модификацию полимеров.

Выводы. На управление структурой полимеров влияют физические или физико-химические поля, накладываемые извне системы (композиции) материала. Этому необходимо уделить особое внимание в исследовании работоспособности и огнестойкости изделий из композиционных полимерных материалов и при разработке технологий получения деталей и узлов. При создании (проектировании, изготовлении) КОПМ, из которого делают элементы машин и оборудования, необходимо учитывать ряд требований, относящихся к области технологической наследственности конструкции материала, имеющих хорошие показатели пожаро- и взрывоопасности и обладающие малыми негативными воздействиями на окружающую природную среду.

Библиографический список

1. Лагунов В.С., Старов В.Н., Бойков Е.А. Системные исследования структурированных полимеров. Монография / В.С. Лагунов, В.Н. Старов, Е.А. Бойков. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. – 151 с.
2. Бартев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров / Г.М. Бартев, С.Я. Френкель. – Л.: Химия, 1990. – 432 с.
3. Козлов Г.В., Солдатов Д.С. Ангармонические эффекты и физико-механические свойства полимеров / Г.В. Козлов, Д.С. Солдатов. – Новосибирск: Наука, 1994. – 257 с.
4. Бикерман Л.О. Высокомолекулярные соединения / Л.О. Бикерман. – М.: Наука, 1983. – 144 с.

References

1. Lagunov V.S., Starov V.N., Bojkov E.A. Sistemnye issledovaniya strukturirovannyh polimerov. Monografija / V.S. Lagunov, V.N. Starov, E.A. Bojkov. – Voronezh: Voronezh. gos. tehn. un-t, 2005. – 151 s.
2. Bartenev G.M., Frenkel' S.Ja. Fizika polimerov / G.M. Bartenev, S.Ja. Frenkel'. – L.: Himija, 1990. – 432 s.
3. Kozlov G.V., Soldatov D.S. Angarmonicheskie jeffekty i fiziko-mehaniicheskie svojstva polimerov / G.V. Kozlov, D.S. Soldatov. – Novosibirsk: Nauka, 1994. – 257 s.
4. Bikerman L.O. Vysokomolekuljarnye soedinenija / L.O. Bikerman. – M.: Nauka, 1983. – 144 s.

EFFECT ON THE STRUCTURE OF POLYMERS OPERATIONAL PROPERTIES OF MATERIALS

Starov V. N.,

D. Sc. in Engineering, Prof.
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh

Zenin Yu. N.,

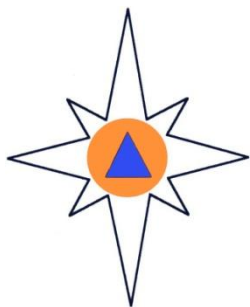
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh, e-mail: vigps@mail.ru

Kalach A.V.,

D. Sc. in Chemistry, Assoc. Prof.,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh, e-mail: AVKalach@gmail.com

The basic requirements for the material properties and operational details of the composite fluoroplastic depending on the type and structure of the polymers. The role of the type and structure of composite fluoropolymer materials to increase the fire resistance and performance of products from them.

Keywords: *polymers, composite fluorines.*



БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРЕВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ ПОЖАРАХ

А.М. Зайцев, В.А. Болгов

Проанализированы начальные и граничные условия теплообмена строительных конструкций при пожарах. На основе использования конечно-разностного метода рассчитаны значения коэффициента теплоотдачи от нагревающей среды в строительные конструкции, при изменении температуры пожара по стандартному режиму. Полученные значения коэффициента теплоотдачи имеют хорошую сходимость с результатами исследований, полученными в последнее время другими авторами.

Ключевые слова: строительные конструкции, стандартный пожар, граничные условия, коэффициент теплоотдачи.

Основным фактором, воздействующим на строительные конструкции и отделочные материалы при пожарах, является высокая температура, под воздействием которой утрачивается несущая и ограждающая способность конструкций. Поэтому для исследования прогрева и разработки расчетных методов оценки огнестойкости конструкций, а также выхода токсичных летучих веществ из отделочных материалов до температуры их воспламенения, в первую очередь, необходимо знать их тепловое состояние в процессе огневого воздействия.

Для исследования прогрева строительных конструкций при пожарах необходимо производить решение задачи нестационарной теплопроводности в твёрдых телах. При этом кроме основного уравнения теплопроводности (уравнение Фурье), для получения единственного решения необходимо задавать начальные и граничные условия.

Зайцев Александр Михайлович, канд. техн. наук, профессор, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, Воронеж, e-mail: zaitsev856@yandex.ru

Болгов Владимир Александрович, канд. эконом. наук, доцент, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Россия, Воронеж, e-mail: v_bolgov@mail.ru

Температурное поле в конструкции, в условиях огневого воздействия, при котором наступает ее предельное состояние (последующее обрушение, появление необратимых деформаций или нормативных температур) называется критическим. Из соответствующего решения теплофизической задачи определяется время наступления критической температуры. Время наступления критической температуры определяет фактический предел огнестойкости конструкции.

Для удобства последующего изложения рассматриваемой темы рассмотрим задачу прогрева конструктивного элемента в одномерной постановке, для плоской пластины.

Уравнение нестационарной теплопроводности (в одномерной постановке) для однородной неограниченной пластины можно записать в виде [1-8],

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}, \quad (1)$$

Для получения аналитического решения, характеризующего распределение температуры по толщине пластины во время ее нагрева, необходимо задание начального и граничных условий теплообмена.

Начальное условие состоит в задании функции распределения температуры по толщине пластины в начальный момент времени. В общем случае температура может быть неодинаковой по сечению и выражается формулой

$$t(x, 0) = f(x) \quad (2)$$

Однако, в расчетной практике в большинстве случаев начальная температура принимается равномерной. Здесь необходимо отметить, что начальная температура конструкции (пластины) влияет на степень ее прогрева в течение всего периода огневого воздействия, в отличие от начальной температуры пожара, которая влияет на степень прогрева конструкции только в начальный период огневого воздействия (не более 1 мин.).

Граничные условия теплообмена, согласно теории нестационарной теплопроводности [2], подразделяются на 4 рода.

1. Граничные условия I рода имеют место, когда известна или может быть вычислена температура поверхности исследуемой конструкции. В большинстве случаев температура поверхности строительных конструкций изменяется со временем, что можно представить в виде уравнения

$$t(x, \tau) \Big|_{x=\delta} = f(\tau), \quad (3)$$

или $t_{\text{пов}, \tau} = f(\tau),$

где: $f(\tau)$ – температура поверхности, произвольная функция времени; $t_{\text{пов}, \tau}$ – задаваемая температура поверхности конструкции в период огневого воздействия.

2. Если задается интенсивность теплового потока от нагревающей среды в конструкцию, то в этом случае говорят о граничных условиях II рода. Граничное условие второго рода состоит в задании на поверхности теплообмена твёрдого тела плотности теплового потока, в общем случае, как функции времени, т.е. должно выполняться соотношение

$$\lambda \frac{\partial t_{(ног, \tau)}}{\partial x} = q_{(\tau)} \quad (4)$$

В общем случае полный тепловой поток к единице поверхности конструкции q , включает в себя конвективный q_c и лучистый (радиационный) q_r тепловые потоки

$$q = q_c + q_r; \quad (5)$$

где: q_c определяется по формуле

$$q_c = \alpha_c (t_p - t_n), \quad (6)$$

t_p – температура реального пожара; t_n – температура поверхности конструкции; α_c – коэффициент теплоотдачи от газовой среды к конструкции, который для стандартного пожара принимается равным 29, Вт/(м² К); q_r определяется по формуле

$$q_r = 5,67 \varepsilon_{\text{пр}} \left[\left(\frac{t_p + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_n + 273}{100} \right)^4 \right] \quad (7)$$

где: $\varepsilon_{\text{пр}}$ – приведенная степень черноты системы «среда-поверхность конструкции», определяется по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1 / (1/\varepsilon_{\text{ср}} + 1/\varepsilon_n - 1) \quad (8)$$

Для обогреваемой среды принимается $\varepsilon_{\text{ср}} = 0,85$, для воздушной среды у не обогреваемых поверхностей принимается $\varepsilon_n = 1,0$.

3. Если задается температура среды (газа), нагревающей конструкцию, и закон теплообмена между средой и поверхностью конструкции, то говорят о граничных условиях III рода. Граничные условия третьего рода состоят в задании на поверхности теплообмена твёрдого тела (конструкции), с газообразной средой пожара значений температуры нагревающей среды и коэффициента теплоотдачи, т.е. должно выполняться условие

$$\lambda \frac{\partial t_{(ног, \tau)}}{\partial x} = \alpha (t_{\text{среды}} - t_{\text{нов}}), \quad (9)$$

где: $t_{\text{среды}}$ – температура окружающей среды; α – коэффициент теплоотдачи

4. Граничные условия VI рода. Этот случай имеет место при прогреве слоистых систем на границе соприкосновения отдельных слоёв, т.е. когда имеет место равенство температур и тепловых потоков, т.е. выполняются условия (10) и (11)

$$t_1(x_1, \tau) = t_2(x_2, \tau) \Big|_{x=\delta_1} \quad (10)$$

$$\lambda_1 \frac{\partial t_1(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x_1=\delta_1} = \lambda_2 \frac{\partial t_2(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x_1=x_2=\delta_1}, \quad (11)$$

где: δ_1 – толщина первой пластины.

При постановке и решении задачи прогрева строительных конструкций при огневом воздействии необходимо, кроме основного уравнения теплопроводности, задание граничных условий теплообмена, отсутствие которых до сих пор сдерживает развитие расчетных методов.

При исследовании прогрева строительных конструкций при пожарах, в отличие от прикладных задач из других областей науки и техники, возникают дополнительные трудности, связанные с необходимостью учета изменяющейся со временем температуры пожара, изменения с температурой прогрева теплофизических характеристик материалов; учета влияния влажности на процесс перехода воды в парообразное состояние и в целом на процесс прогрева конструкций в условиях огневого воздействия, изменение со временем граничных условий теплообмена.

Во многом отмеченные сложности были успешно преодолены во ВНИИПО. Там на основе экспериментальных и теоретических исследований, с использованием конечно-разностного метода, предложенного А.П. Ваничевым [9,10], разработана Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ [11,12].

При расчетах температуры прогрева конструкций, температура пожара и граничные условия теплообмена, включающие конвективную и лучистую составляющие, (формулы (5)- (8)), учитываются путем последовательных итераций на протяжении всего периода огневого воздействия. В этом случае отпадает необходимость в задании коэффи-

циентов теплоотдачи и удельного теплового потока в граничных условиях.

Однако, отсутствие данных по изменению коэффициентов теплоотдачи и удельного теплового потока при огневом воздействии сдерживает развитие аналитических методов расчета прогрева строительных конструкций при пожарах.

А.И. Яковлев [11,12] решил эту проблему путем перехода от решения краевых задач второго и третьего рода к граничным условиям первого рода, путем прибавления к характерному размеру конструкции «фиктивного слоя», на поверхности которого принимается максимальная температура пожара, равная 1250 °С. Толщина «фиктивного слоя» зависит от плотности и теплофизических характеристик материала конструкции и определяется параметром $k\sqrt{a}$.

А.И. Яковлевым разработана также формула для определения температуры обогреваемой поверхности конструкций с различной плотностью

материалов при температурном режиме стандартного пожара, которая определяется формулой (12)

$$t_{\text{пов}}(\tau) = 1250 - (1250 - t_0) \operatorname{erf} \frac{k}{2\sqrt{\tau}}, \quad (12)$$

где: $t_{\text{пов}}$ - температура обогреваемой поверхности, °С; τ - время, час; erf – функция ошибок Гаусса; значение коэффициента k зависит от плотности материала конструкции и представляется в табличной форме.

Использование этой формулы позволило нам получить аналитическое решение задачи прогрева огнезащищенных стальных конструкций и разработать методику расчета предела их огнестойкости. Для упрощения практических расчетов формула (12) табулирована [11,12] и представлена нами в графическом виде на рис. 1.

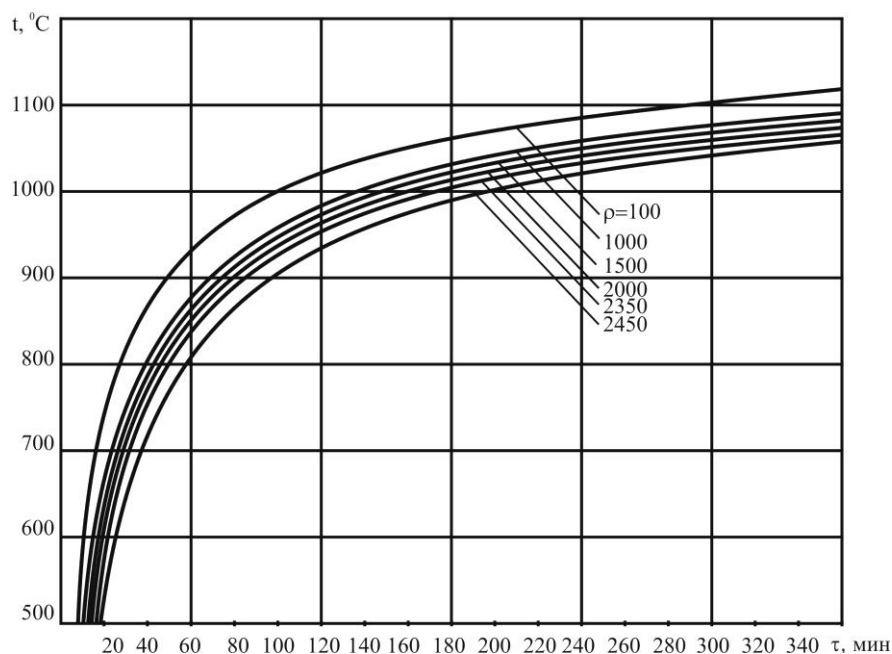


Рис. 1. Изменение температуры поверхности конструкций из материалов с различной плотностью при стандартном пожаре

Предложенный А.И. Яковлевым подход позволил получить расчетные формулы для определения прогрева железобетонных конструкций при стандартном пожаре, которые можно представить в виде полубесконечного тела, неограниченной пластины, других конструкций прямоугольного сечения. Широко используются в инженерной практике формулы для определения температурных полей по сечению конструкций, для определения толщин конструкций, прогретых до заданных критических температур, для оценки огнестойкости конструкций по признаку прогрева не обогреваемой поверхности до нормативной температуры.

Предложенный А.И. Яковлевым метод расчета прогрева железобетонных конструкций при стандартном пожаре был использован и усовершенствован Европейским комитетом по бетону (ЕКБ) и Международным Советом лабораторий по испытанию строительных материалов и конструкций (РИЛЕМ). Отметим, что предложенная А.И. Яковлевым расчетная формула была разработана для 8-часового огневого воздействия. Поэтому для повышения точности расчетов в течение 6-часового огневого воздействия максимальное значение температуры нагреваемой поверхности было принято равным 1220 °С, например [13].

Правомерность такого подхода (использование «фиктивного слоя») подтверждается исследованиями нестационарных процессов прогрева твердых тел при граничных условиях третьего рода, на основе анализа критерия Био, например [14].

На рис. 2 представлены различные схемы нагрева неограниченной пластины в зависимости от коэффициента теплоотдачи от нагревающей среды, который входит в критерии Bi .

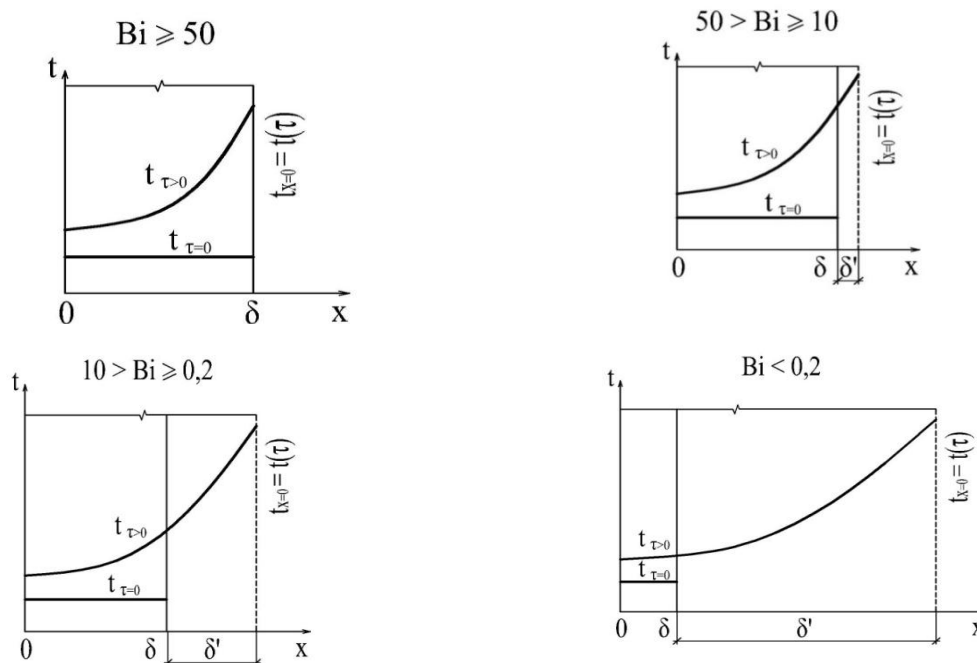


Рис. 2. Схема возможных вариантов нагрева пластины при граничных условиях второго рода

Критерий Bi можно рассматривать как отношение толщины пластины к толщине пограничного слоя. Из рис. 2 видно, что величина критерия Bi влияет на неравномерность прогрева пластины. Исходя из его величины, иногда удается упростить граничные условия теплообмена.

Так, если величина Bi относительно велика ($Bi > 50$), то это означает, что температурное сопротивление (толщина) пограничного слоя мало по сравнению с температурным сопротивлением (толщиной) пластины. Поэтому можно пренебречь температурным сопротивлением пограничного слоя и принять температуру поверхности пластины равной температуре пожара. Это означает, что вместо граничных условий III рода можно принять граничные условия I рода.

Для условий температурного режима стандартного пожара ($50 > Bi > 10$), граничные условия III рода можно заменить на граничные условия I рода. Для этого необходимо при расчетах увеличить толщину пластины на толщину пограничного слоя. А.И. Яковлевым [11], на основе экспериментальных данных, эта величина была определена в зависимости от теплофизических характеристик материала пластины, в качестве толщины фиктивного слоя $k\sqrt{a}$.

В [14] отмечается что при ($10 > Bi > 0,2$) замена граничных условий II рода на граничные условия I рода невозможна.

Если значения Bi относительно малы ($Bi < 0,1-0,2$), то это означает, что температурное сопротивление (толщина) пограничного слоя относительно велико, а внутри пластины перепад температуры относительно мал и, следовательно, температуру по толщине пластины можно принять одинаковой. Эта особенность использовалась нами при расчетах прогрева металлических конструкций.

Таким образом, мы рассмотрели имеющиеся в литературе, способы решения задачи прогрева строительных конструкций под воздействием температурного режима стандартного пожара, при граничных условиях I рода.

В различных направлениях развития науки и техники, при решении задач прогрева конструктивных элементов используются граничные условия III рода. Однако для исследования прогрева строительных конструкций при пожарах такой подход до настоящего времени сдерживается, в частности, из-за недостаточного исследования коэффициента теплоотдачи от нагревающей среды пожара к строительным конструкциям. Имеющиеся в научной и технической литературе данные по коэффициенту теплоотдачи немногочисленны и противоречивы. Так, в

[15,16] средние значения коэффициента теплоотдачи при стандартном пожаре со стороны нагревающей среды предлагается определять по формулам

$$\begin{cases} \alpha_{cp} = 4,07\sqrt{t_p - t_n}, \text{ при } t < 60^\circ\text{C} \\ \alpha_{cp} = 11,63 \exp(0,23t_r), \text{ при } t > 60^\circ\text{C} \end{cases} \quad (13)$$

На необогреваемой поверхности среднее значение коэффициента теплоотдачи определяется по формуле

$$\alpha_{н.п.}^{cp} = 4,83 + 8,875\varepsilon_{н.п.}, \quad (14)$$

где: $\varepsilon_{н.п.}$ – степень черноты необогреваемой поверхности.

Следует отметить, что формула, определяющая значение коэффициента теплоотдачи со стороны нагревающей среды на протяжении десятилетий широко цитируется в учебной и технической литературе. Однако для решения задач прогресса строи-

тельных конструкций, может быть, из-за большой погрешности, применяется мало. В [17] представлены значения коэффициента теплоотдачи для температурного режима стандартного пожара, полученные на гидроинтеграторе на основе подобию процессов теплопереноса и гидравлических процессов при нестационарном режиме.

И.С. Молчадским в [18] представлены в табличной форме значения коэффициента теплоотдачи для всего интервала температурного режима стандартного пожара, которые значительно отличаются от полученных в предыдущих работах результатов.

Полученные в рассматриваемых работах [15-18] численные значения коэффициента теплоотдачи для различных моментов времени представлены в Таблице

Таблица

Изменение коэффициента теплоотдачи при стандартном пожаре

Коэффициент теплоотдачи $\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-1}$ (источник)	Время, мин.									
	15	30	60	90	120	150	180	240	300	360
[16]	60.6	76.8	97.6	112.3	124.0	133.8	142.7	157.5	168.8	180.8
[18]	114.8	153.3	209.3	265.4	274.4	296.7	324.3	356.5	-	419.9
[17]	93.0	104.0	122.5	127.0	-	-	-	-	-	-
Авторы: формула (3)	115,2	167,7	215,5	251,1	278,4	300,8	319,9	351,6	377,5	399,6
Авторы: формула (2)	121,7	170,4	226,2	263,0	291,2	312,6	334,0	366,6	393,3	416,0

Сравнение значений коэффициента теплоотдачи, полученных различными авторами, показывает, что имеются значительные расхождения численных значений для всего периода огневого воздействия. При этом, если в начальный период огневого воздействия, численные значения коэффициента теплоотдачи расходятся примерно в полтора раза, то к 6 часам огневого воздействия это расхождение превышает уже более, чем в два раза. Отсюда можно сделать вывод о необходимости проведения дополнительных исследований по определению коэффициента теплоотдачи при стандартном пожаре.

С этой целью нами произведены исследования по прогреву железобетонной плиты для температурного режима стандартного пожара, с использованием конечно-разностного метода Ваничева [9,10]. При этом значение коэффициента теплоотдачи определялось из расчетной формулы прогрева плиты на границе теплообмена между газовой средой и железобетонной плитой. Полученные таким образом результаты расчета коэффициента теплоотдачи для различных моментов времени представлены также в Таблице. При расчетах коэффициента

теплоотдачи изменение температуры пожара учитывалось двумя формулами (15) и (16)

$$t = 345 \lg(8\tau + 1) + t_0, \quad (15)$$

где: t_0 – начальная температура пожара, $^\circ\text{C}$; при расчетах принималась равной 20°C .

Во втором случае начальная температура пожара учитывалась за счет параметра Δ_1 [23].

$$t = 345 \cdot \lg(8 \cdot \tau + \Delta_1) \quad (16)$$

где: t – температура стандартного пожара, $^\circ\text{C}$; τ – время, мин; Δ_1 – параметр, имеющий размерность времени, введен для задания начальной температуры пожара при $\tau=0$; при 20°C значение Δ_1 равно 1,14.

Из таблицы видно, что полученные результаты, с использованием формулы (16) довольно хорошо согласуются с данными, полученными в [18]; максимальное расхождение не превышает 5%. А использование формулы (15) приводит к стабильно завышенным значениям коэффициента теплоотдачи.

Для наглядности на рис. 3 представлен график изменения со временем коэффициента теплоотдачи для температурного режима стандартного пожара.

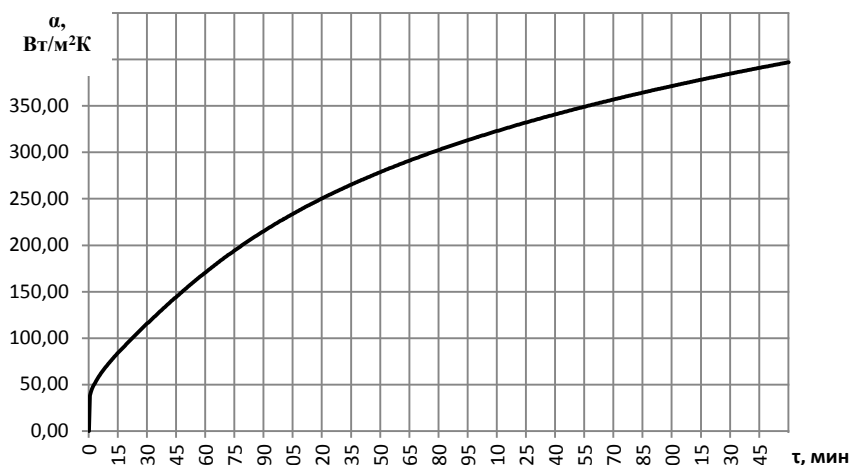


Рис. 3. Изменение коэффициента теплоотдачи со временем при стандартном пожаре

Полученные в данной работе значения коэффициента теплоотдачи хорошо согласуются с данными, полученными в [18], что подтверждает достоверность полученных результатов и, следовательно, позволит аналитическими методами решать задачи прогрева строительных конструкций при граничных условиях третьего рода.

Граничные условия четвертого рода применяются при исследовании прогрева конструктивных элементов с различными теплофизическими характеристиками. Например, при исследовании прогрева многослойных стеновых панелей, теплоизолированных стальных конструкций. В этом случае на поверхности соприкосновения слоев устанавливается равенство температур и тепловых потоков (формулы (10) и (11)). В некоторых случаях, например, при исследовании прогрева теплоизолированных стальных конструкций, на основе учета равномерности прогрева стального слоя, удается получить приемлемые для практических расчетов аналитические решения. Так, в [19-22], при решении задачи прогрева, на границе металлического и теплоизоляционного слоев задавалось следующее граничное условие

$$c_m \rho_m \delta_m \left. \frac{dt}{d\tau} \right|_{x=0} = -\lambda \left. \frac{dt}{d\tau} \right|_{x=0} \quad (17)$$

Это условие означает, что тепловой поток на границе теплоизоляционного слоя идет на увеличение теплосодержания (температуры) стального слоя. Применение такого подхода позволило получить аналитическое решение и разработать методику расчета прогрева огнезащищенных стальных конструкций при пожарах. Результаты расчетов

прогрева по разработанной методике хорошо совпадают с экспериментальными данными [19-22].

Выводы. Проведенное исследование показало, что в настоящее время расчетные методы определения прогрева строительных конструкций производится только для температурного режима стандартного пожара.

Для расчетов конечно-разностным методом используются смешанные граничные условия II и III рода. Аналитический метод применяется только для граничных условий I рода, когда задается изменяющаяся со временем температура поверхности конструкции или задается постоянная температура на поверхности фиктивного слоя.

Решение задач прогрева при пожаре строительных конструкций при граничных условиях третьего рода сдерживается из-за противоречивых данных по значениям коэффициента теплоотдачи и значениям теплового потока в процессе огневого воздействия.

В работе в результате решения конечно-разностным методом задачи прогрева железобетонной плиты при стандартном пожаре, нами получены значения коэффициента теплоотдачи для 6 часов огневого воздействия. Полученные значения коэффициента теплоотдачи хорошо совпадают с данными, представленными в монографии И.С. Молчадского.

Знание коэффициента теплоотдачи позволит расширить применение аналитических методов расчета прогрева строительных конструкций, а также решение других прикладных задач, связанных с огневым воздействием на строительные конструкции.

Библиографический список

1. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
3. Лыков А.В. Метода решения нелинейных за-

References

1. Lykov A.V., Mihajlov Ju.A. Teorija teplo- i massoperenosa / A.V. Lykov, Ju.A. Mihajlov. – M.-L.: Gosjenergoizdat, 1963. – 536 s.
2. Lykov A.V. Teorija teploprovodnosti / A.V. Lykov – M.: Vysshaja shkola, 1967. – 599 s.
3. Lykov A.V. Metoda reshenija nelinejnyh

дач нестационарной теплопроводности / А.В. Лыков – Изв. АН СССР Энергетика-транспорт. – 1970. – №5. – С.109-114.

4. **Лыков А.В.** Теплообмен / А.В. Лыков – М.: Энергия, 1972. – 560 с.

5. **Карслоу Х.С., Егер Д.К.** Теплопроводность твердых тел / Х.С. Карслоу, Д.К. Егер – М.: Наука, 1964. – 317 с.

6. **Коздоба Л.А.** Методы решения нелинейных задач теплопроводности / Л.А. Коздоба – М.: Наука, 1975. – 227 с.

7. **Беляев Н.М., Рядно А.А.** Методы нестационарной теплопроводности / Н.М. Беляев, А.А. Рядно. – М.: Высшая школа, 1978. – 328 с.

8. **Шорин С.Н.** Теплопередача / С.Н. Шорин. – М.: «Высшая школа», 1964. – 490 с.

9. **Ваничев А.П.** Приближенный метод решения задач теплопроводности при переменных константах / А.П. Ваничев. – Изв. АН СССР, ОТН. – 1946. – №12. – С.17-25.

10. **Ваничев А.П.** Приближенный метод решения задач теплопроводности в твердых телах / А.П. Ваничев // В сб.: Труды НИИ-1. – М.: Изд-во бюро новой техники, 1947.

11. **Бушев В.П.** Огнестойкость зданий / В.П. Бушев, В.А. Пчелинцев, В.С. Федоренко, А.И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1970. – 261 с.

12. **Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ.** – М.: ВНИИПО, 1975. – 222 с.

13. **Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций/НИИЖБ.** – М.: Стройиздат, 1986. – 40 с.

14. **Пехович А.И., Жидких В.М.** Расчеты теплового режима твердых тел / А.И. Пехович, В.М. Жидких.- Л., 1968. – 304 с.

15. **Башкирцев М.П., Шелудько Н.А.** Определение коэффициента теплообмена в условиях «стандартного» пожара / М.П. Башкирцев, Н.А. Шелудько // В сб.: Пожарная безопасность. Вып.3 – М.: Стройиздат, 1964. – С. 39-47.

16. **Башкирцев М.П.** Задачник по теплопередаче в пожарном деле / М.П. Башкирцев – М.: Изд-во ВШ МВД СССР, 1975. – 228 с.

17. **Взрывобезопасность и огнестойкость в строительстве** / Под ред. Н.А.Стрельчука. – М.: Стройиздат, 1970. – 127 с.

18. **Молчадский И.С.** Пожар в помещении / И.С. Молчадский – М.: ВНИИПО, 2005. – 456 с.

19. **Зайцев А.М., Крикунов Г.Н., Яковлев А.И.** Метод расчета огнестойкости теплоизолированных металлических конструкций / А.М. Зайцев, Г.Н. Крикунов, А.И. Яковлев – Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1980. – №2. – С. 20-24.

20. **Зайцев А.М., Крикунов Г.Н., Яковлев А.И.** Расчет огнестойкости элементов строительных конструкций / А.М. Зайцев, Г.Н. Крикунов, А.И. Яковлев – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1982. – 116 с.

21. **Зайцев А.М.** Прогрев строительных материалов и конструкций при реальных пожарах / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – № 4. – С. 11.

22. **Зайцев А.М.** Методика расчета прогрева незащитных стальных конструкций в условиях экстремального температурного воздействия пожара / А.М. Зайцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – № 6. – С.

zadach nestacionarnoj teplopro-vodnosti / A.V. Lykov – Izv. AN SSSR Jenergetika-transport. – 1970. – №5. – S.109-114.

4. **Lykov A.V.** Teplomassoobmen / A.V. Lykov – M.: Jenergija, 1972. – 560 s.

5. **Karslou H.S., Eger D.K.** Teploprovodnost' tverdyh tel / H.S. Karslou, D.K. Eger – M.: Nauka, 1964. – 317 s.

6. **Kozdoba L.A.** Metody reshenija neli-nejnyh zadach teploprovodnosti / L.A. Kozdoba – M.: Nauka, 1975. – 227 s.

7. **Beljaev N.M., Rjadno A.A.** Metody nestacionarnoj teploprovodnosti / N.M. Beljaev, A.A. Rjadno. – M.: Vysshaja shko-la, 1978. – 328 s.

8. **Shorin S.N.** Teploperedacha / S.N. Shorin. – M.: «Vysshaja shkola», 1964. – 490 s.

9. **Vanichev A.P.** Priblizhennyj metod reshenija zadach teploprovodnosti pri peremennyh konstantah / A.P. Vanichev. – Izv. AN SSSR, OTN. – 1946. – №12. – S.17-25.

10. **Vanichev A.P.** Priblizhennyj metod reshenija zadach teploprovodnosti v tverdyh telah / A.P. Vanichev // V sb.: Trudy NII-1. – M.: Izd-vo bjuro novoj tehniky, 1947.

11. **Bushev V.P.** Ognestojkost' zdaniy / V.P. Bushev, V.A. Pchelincev, V.S. Fedorenko, A.I. Jakovlev. – M.: Strojizdat, 1970. – 261 s.

12. **Instrukcija po raschetu fakticheskikh predelov ognestojkosti zhelezobeton-nyh stroitel'nyh konstrukcij na osnove primenenija JeVM.** – M.: VNIPO, 1975. – 222 s.

13. **Rekomendacii po raschetu predelov ognestojkosti betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij/NIIZhB.** – M.: Strojizdat, 1986. – 40 s.

14. **Pehovich A.I., Zhidkih V.M.** Raschety teplovogo rezhima tverdyh tel / A.I. Pehovich, V.M. Zhidkih.- L., 1968. – 304 s.

15. **Bashkircev M.P., Shelud'ko N.A.** Opredelenie koeficienta teploobmena v uslovijah «standartnogo» pozhara / M.P. Bashkircev, N.A. Shelud'ko // V sb.: Pozharnaja bezopasnost'. Vyp.3 – M.: Strojizdat, 1964. – S. 39-47.

16. **Bashkircev M.P.** Zadachnik po teploperedache v pozharnom dele / M.P. Bashkircev – M.: Izd-vo VSh MVD SSSR, 1975. – 228 s.

17. **Vzryvobezopasnost' i ognestojkost' v stroitel'stve** / Pod red. N.A.Strel'chuka. – M.: Strojizdat, 1970. – 127 s.

18. **Molchadskij I.S.** Pozhar v pomeshhe-nii / I.S. Molchadskij – M.: VNIPO, 2005. – 456 s.

19. **Zajcev A.M., Krikunov G.N., Jakovlev A.I.** Metod rascheta ognestojkosti tep-loizolirovannyh metallicheskih konst-rukcij / A.M. Zajcev, G.N. Krikunov, A.I. Jakovlev – Izvestija vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura. – 1980. – №2. – S. 20-24.

20. **Zajcev A.M., Krikunov G.N., Jakovlev A.I.** Raschet ognestojkosti jelementov stroitel'nyh konstrukcij / A.M. Zajcev, G.N. Krikunov, A.I. Jakovlev – Vo-ronezh: Izd-vo VGU, 1982. – 116 s.

21. **Zajcev A.M.** Progrejv stroitel'nyh materialov i konstrukcij pri real'nyh pozharah / A.M. Zajcev // Pozharov-zryvobezopasnost'. – 2004. – № 4. – S. 11.

22. **Zajcev A.M.** Metodika rascheta progreva ognezashhitnyh stal'nyh konstruk-cij v uslovijah jekstremal'nogo tempe-raturnogo vozdejstvija pozhara / A.M. Zajcev // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2005. – № 6. – S. 15 – 21.

15 – 21.

23. **Зайцев А.М., Черных Д.С.** О системной погрешности аппроксимации температурного режима стандартного пожара математическими формулами / А.М. Зайцев, Д.С. Черных // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – №7. – С. 14-17.

23. **Zajcev A.M., Chernyh D.S.** O sistem-noj pogreshnosti approksimacii tempe-raturnogo rezhima standartnogo pozhara matematicheskimi formulami / A.M. Zajcev, D.S. Chernyh // Pozharovzryvo-bezopasnost'. – 2011. – №7. – S. 14-17.

NUMERICAL MODELING HEATING CONSTRUCTION FOR DETERMINING HEAT TRANSFER COEFFICIENT IN CASE OF FIRE

Zaitsev A.M.,

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,

e-mail: zaitsev856@yandex.ru

Bolgov V.A.,

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,

e-mail: v_bolgov@mail.ru

Analyzed the initial and boundary conditions of heat exchange building structures in fires. Through the use of finite difference method to calculate the values of the coefficient of heat transfer from the heating medium in the building construction, when the temperature of fire to the standard mode. The obtained values of the heat transfer coefficient have good convergence with the research results obtained recently by other authors.

Keywords: *building construction, standard fire, the boundary conditions, the heat transfer coefficient.*



ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 614.849

ВЫБОР ТЕМПЕРАТУРНОГО КЛАССА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕСКРИПТОРОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д.С. Королев

Рассмотрены основные способы по исключению условий образования горючей среды и условий образования в горючей среде (внесения в горючую среду) источников зажигания, в частности применение электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси. Предлагаются эффективные пути решения проблемы выбора электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси для органических соединений, сведения о которых отсутствуют в справочной литературе за счет метода прогнозирования, основанного на использовании дескрипторов и нейронных сетей. Представлен алгоритм подбора электрооборудования и спрогнозирована температура самовоспламенения веществ альдегидной группы. Предложенный метод подбора температурного класса электрооборудования позволяет более оперативно решать проблему выбора электрооборудования и тем самым снижает финансово-экономические затраты.

Ключевые слова: взрывозащищенное электрооборудование, температурный класс, температура самовоспламенения, дескрипторы, нейронные сети, альдегидная группа.

Введение. В соответствии с №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности. Целью создания такой системы является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества [1]. Система предотвращения пожаров основывается на исключении условий их возникновения, что достигается исключением условий образования горючей среды и (или) образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания [1]. В [1] изложены способы по исключению условий образования горючей среды и условий образования в горючей среде (внесения в

горючую среду) источников зажигания.

Одним из способов является применение электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и (или) взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси [1].

Всё электротехническое оборудование, устанавливаемое во взрывоопасной зоне, должно быть выполнено в специальном взрывозащищенном исполнении, т.е. не должно являться источником воспламенения или взрыва [1-3].

На данный момент взрывоопасными производствами являются не только предприятия и объекты химической, горнорудной, нефтегазодобывающей, атомной промышленности. К взрывоопасным и пожароопасным относятся, например, мукомольные, кондитерские, вино-водочные предприятия, а также деревообрабатывающие и целлюлозно-бумажные комбинаты, цементные и железобетонные заводы и т.д. Кроме того, современное

Королев Денис Сергеевич,
Воронежский институт ГПС МЧС России;
Россия, г. Воронеж, e-mail: otrid@rambler.ru

© Королев Д.С., 2015

предприятие любой отрасли имеет в своей структуре, как правило, склады горюче-смазочных материалов и лакокрасочных изделий, участки гальванической и высокой температурной обработки, покрасочные цеха или камеры и т.п., что тоже является взрывоопасной зоной.

Чтобы понять, как и с помощью какого оборудования возможно обеспечение требуемой защиты соответствующих взрывоопасных зон, рассмотрим алгоритм подбора электрооборудования (рис.1).

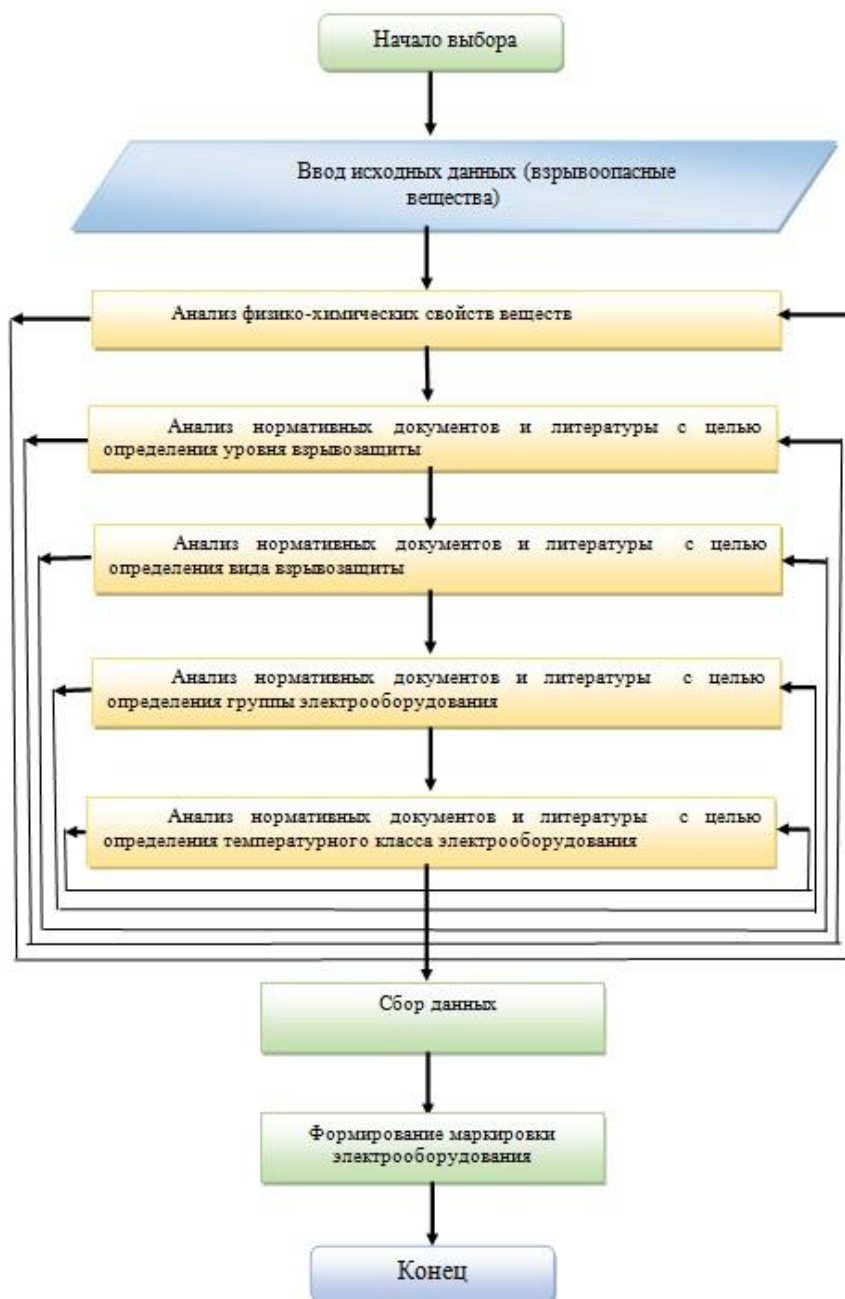


Рис. 1. Алгоритм подбора электрооборудования [1, 2].

Начальным этапом выбора электрооборудования является анализ физико-химических свойств веществ, используемых в помещении. Затем в соответствии с основными руководящими и нормативными документами определяются основные показатели электротехнического изделия и делается вывод о маркировке. Наиболее важными составляющими взрывозащищенного электрооборудова-

ния является уровень взрывозащиты, группа и температурный класс. Если уровень взрывозащиты определяется, исходя из общих свойств вещества, а группа – на основании проведенных экспериментов, то температурный класс зависит исключительно от температуры самовоспламенения. В табл.1 приведены примеры существующих температурных классов.

Температурные классы электрооборудования

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура, °С	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным	Средняя стоимость электрооборудования, руб. [10]
T1	450	T1	1749,50
T2	300	T1, T2	1983,43
T3	200	T1 – T3	2165,80
T4	135	T1 – T4	3286,34
T5	100	T1 – T5	4631,50
T6	85	T1 – T6	7189,50

Для определения пожароопасных свойств веществ существуют экспериментальные и расчетные методы [4]. Исследованные экспериментальным путем значения для ряда известных соединений приведены в справочной литературе [5-7].

Однако имеющиеся справочные данные можно считать недостаточными, поскольку они охватывают не более 0,1 % от общего количества синтезированных к настоящему времени органических соединений. Ежегодно количество органических соединений увеличивается на 250-300 тыс., а экспериментальное определение свойств веществ сопряжено с существенными техническими трудностями, а также экономическими и временными затратами.

В связи с этим особую актуальность приобретает задача экономически обоснованного выбора взрывозащищенного электрооборудования для по-

мещения. Для ее решения применим метод прогнозирования свойств веществ на основе дескрипторов веществ и нейронных сетей.

Ранее нами в работах [8-11] на основе данных о дескрипторах, отражающих особенности строения молекулы и ее физические характеристики, совместно с нейронными сетями были спрогнозированы температуры вспышки и максимальное давление взрыва на примере альдегидов и кетонов.

Рассмотрим алгоритм прогнозирования температуры самовоспламенения ряда веществ, сведения о которых отсутствуют в справочной литературе [5-6].

Нейронная сеть, изображенная на рис.2, создана с помощью нейросимулятора, была обучена путем использования 13 дескрипторов. Нейросеть состоит из 15 нейронов.

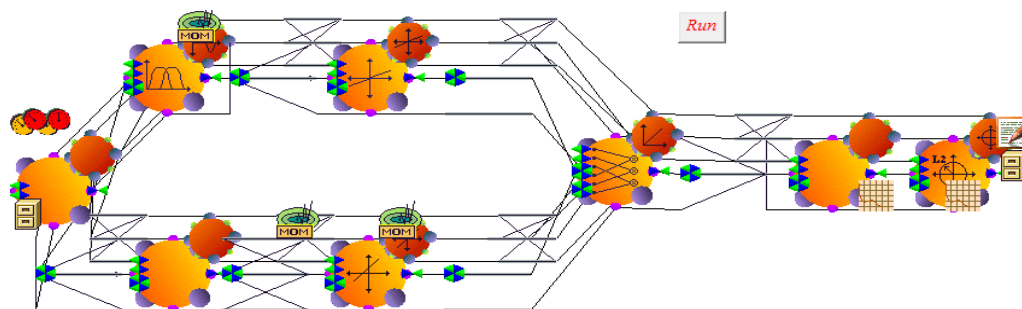


Рис. 2. Смоделированная нейронная сеть

Результаты тестирования обученной нейросети приведены в Табл. 2.

Таблица 2.

Прогнозирование температуры самовоспламенения

№ п/п	Наименование вещества	Прогноз, °С	Прогнозируемый температурный класс электрооборудования
1	2-Фенилпропаналь	364,24	T2
2	4-Метилбензальдегид	538,49	T1
3	2-Метилбензальдегид	547,18	T1
4	2,5-Диметилбензальдегид	537,02	T1
5	4-Этилбензальдегид	365,89	T2
6	2,6-Диметилбензальдегид	585,69	T1

7	3,5-диметилбензальдегид	498,73	T1
8	2,3-Диметилбензальдегид	389,42	T2
9	4-Бутилбензальдегид	438,46	T1
10	2,4,6-Триметилбензальдегид	389,56	T2
11	2,4,5-Триметилбензальдегид	450,23	T1

Исходя из полученных результатов, нами предложен алгоритм выбора температурного класса

взрывозащищенного электрооборудования (рис. 3.) с использованием дескрипторов и нейронных сетей.

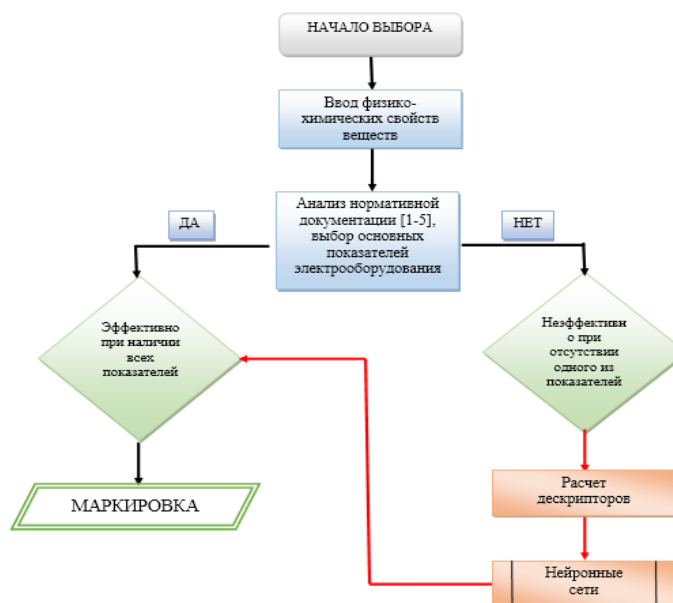


Рис. 3. Алгоритм выбора взрывозащищенного электрооборудования на основе данных о дескрипторах

Предложенный алгоритм выбора взрывозащищенного электрооборудования на основе данных о дескрипторах позволяет решить задачи, связанные с выбором температурного класса электрооборудования при помощи экспресс-метода анализа. Метод, основанный на использовании дескрипторов и нейронных сетей, позволяет определять свойства веществ и материалов в режиме реального времени без трудоемких операций пробоотбора и пробоподготовки.

Выводы. При отсутствии данных о свойствах веществ, приведенных в Табл. 2, метод нейронных сетей и дескрипторы позволили спрогнозировать температуру самовоспламенения химических соединений и подобрать необходимый температурный класс электрооборудования, при этом уменьшив финансовые затраты.

Полученные данные носят прогностический характер и могут использоваться на стадиях проектирования помещений инновационных производств.

Библиографический список

1. **ФЗ-№123**, от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», – М.: ПРОСПЕКТ, 2014.- 112 с.
2. **Правила устройства электроустановок.** – СПб.: ДЕАН, 2003. – 928 с.
3. **Черкасов В.Н., Петренко А.Н., Ильин А.В.** Проектно-эксплуатационная и нормативная практика выбора и применения Эх-оборудования с учётом риска воспламенения горючих газовых и пылевых сред / Черкасов В.Н., Петренко А.Н., Ильин А.В. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2011. – № 2. – С. 4–10.
4. **ГОСТ 12.1.044–89***. Система стандартов безо-

References

1. **FZ-№123**, от 22.07.08 g. «Tehnicheskij reglament o trebovanijah požharnoj bezopasnosti», – M.: PROSPEKT, 2014.- 112 s.
2. **Pravila ustrojstva jelektroustanovok.** – SPb.: DEAN, 2003. – 928 s.
3. **Cherkasov V.N., Petrenko A.N., Il'in A.V.** Proektno-jekspluatacionnaja i normativnaja praktika vybora i primenenija Eh-oborudovanija s uchjotom riska vosplamenenija gorjuchih gazovyh i pylevyh sred / Cherkasov V.N., Petrenko A.N., Il'in A.V. // Pozhary i chrezvyčajnye situacii: predotvrashhenie, likvidacija. – 2011. – № 2. – S. 4–10.
4. **GOST 12.1.044–89***. Sistema standartov bezo-

пасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.01.91 г. – М.: Стандартиформ, 2006. – 100 с.

5. **Корольченко А.Я., Корольченко Д.А.** Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко – В 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. – 713 с.

6. **Корольченко А.Я., Корольченко Д.А.** Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – В 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. II. – 774 с.

7. **Постановление Правительства №390 «О противопожарном режиме»**, от 25.04.12 г.

8. **Алексеев С.Г.** Сравнительный анализ методов определения удельных безопасных объемов помещений с легковоспламеняющимися жидкостями / С.Г. Алексеев, А.В. Пищальников, Н.М. Барбин, А.В. Калач, Е.В. Калач, А.Б. Плаксицкий // Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. – №1. – С. 39-46.

9. **Королев Д.С., Калач А.В., Каргашилов Д.В.** Прогнозирование пожароопасных свойств веществ и материалов с использованием дескрипторов и нейронных сетей / Д.С. Королев, А.В. Калач, Д.В. Каргашилов // Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2014. – №4.

10. **Королев Д.С.** Прогнозирование пожароопасных свойств веществ и материалов с использованием дескрипторов / Д.С. Королев // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2014. – №1 – С. 7-10.

11. **Комплект поставка «ЭлектроОборудование»** [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://service-complect.ru/> (дата обращения: 23.02.2015)

bezopasnosti truda. Pozharovzryvoopasnost' veshhestv i materialov. Nomenklatura pokazatelej i metody ih opredelenija. – Vved. 01.01.91 g. – M.: Standartinform, 2006. – 100 s.

5. **Korol'chenko A.Ja., Korol'chenko D.A.** Pozharovzryvoopasnost' veshhestv i materialov i sredstva ih tushenija: spravochnik / A.Ja. Korol'chenko, D.A. Korol'chenko – V 2-h ch. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Ass. «Pozhnauka», 2004. – Ch. I. – 713 s.

6. **Korol'chenko A.Ja., Korol'chenko D.A.** Pozharovzryvoopasnost' veshhestv i materialov i sredstva ih tushenija: spravochnik / A.Ja. Korol'chenko, D.A. Korol'chenko. – V 2-h ch. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Ass. «Pozhnauka», 2004. – Ch. II. – 774 s.

7. **Postanovlenie Pravitel'stva №390 «O protivopozharnom rezhime»**, ot 25.04.12 g.

8. **Alekseev S.G.** Sravnitel'nyj analiz metodov opredelenija udel'nyh bezopasnyh obemov pomeshhenij s legkovosplamenjajushhimisja zhidkostjami / S.G. Alekseev, A.V. Pishhal'nikov, N.M. Barbin, A.V. Kalach, E.V. Kalach, A.B. Plaksickij // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. – 2013. – №1. – S. 39-46.

9. **Korolev D.S., Kalach A.V., Kargashilov D.V.** Prognozirovanie pozharoопасnyh svojstv veshhestv i materialov s ispol'zovaniem deskriptorov i nejronnyh setej / D.S. Korolev, A.V. Kalach, D.V. Kargashilov // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. – 2014. – №4.

10. **Korolev D.S.** Prognozirovanie pozharoопасnyh svojstv veshhestv i materialov s ispol'zovaniem deskriptorov / D.S. Korolev // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. – 2014. – №1 – S. 7-10.

11. **Komplekt postavka «JelektroOborudovanie»** [Jelektronnyj resurs]. Sistem. trebovanija: AdobeAcrobatReader. URL: <http://service-complect.ru/> (data obrashhenija: 23.02.2015)

TEMPERATURE CLASS EXPLOSION CHOICE IN DESIGN ELECTRICAL INDUSTRIAL BUILDING WITH THE USE OF DESCRIPTORS AND NEURAL NETWORKS

Korolev D. S., Lecturer,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh, e-mail: otrid@rambler.ru

The main ways to eliminate the conditions of formation of combustible environment and conditions of education in a combustible environment (inclusion in a combustible environment) sources of ignition, in particular the use of electrical equipment, the relevant class of fire and explosion, categories and groups of explosive mixture. Offers an effective solution to the problem of choice of electrical equipment, the relevant class of fire and explosion, categories and groups of explosive mixture of organic compounds, the details of which are absent in the references at the expense of the prediction method based on the use of descriptors and neural networks. An algorithm for selection of electrical and predicted auto-ignition temperature of the aldehyde group of substances. The proposed method of selection of the temperature class of electrical equipment allows more quickly solve the problem of selection of electrical equipment and thereby reduces the financial and economic costs.

Keywords: explosion-proof electrical equipment, temperature class, auto-ignition temperature, descriptors, neural networks, the aldehyde group.

ДИАГНОСТИКА УТЕЧЕК В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко

Рассматривается математическое моделирование задачи диагностики утечек в гидравлических системах. Практическое применение задачи возможно при мониторинге технического состояния систем и получении данных манометрической съемки. Численная реализация поставленной задачи требует комплексного решения ряда дополнительных задач, обеспечивающих надежность функционирования и безопасность гидравлических систем.

Ключевые слова: гидравлические системы, диагностика утечек, математическое программирование, безопасность, мониторинг технического состояния.

Введение. В практике управления сложными физико-техническими системами, к которым принято относить и транспортные гидравлические системы тепло-, водо-, газоснабжения, обычно выделяют два класса инженерных задач: формализуемые и неформализуемые. Первые допускают установление математических связей между входными параметрами и исходными выходными характеристиками, по которым формируется процесс управления режимом функционирования объекта. Для последних найти такую взаимосвязь невозможно, и приходится прибегать к эвристическим методам, базирующихся на концепциях искусственного интеллекта [1].

Между тем существует еще один тип задач, имеющих важное прикладное значение, особенно, тех, которые являются частичной формализацией, поэтому их условно можно квалифицировать как слабо формализуемые. Рассмотрим одну из них, получившую название «диагностика утечек».

Диагностика утечек в гидравлических системах. Под диагностикой утечек [2, 3] понимают определение ее величины и координаты на расчетной схеме гидравлической системы.

Сазонова Светлана Анатольевна,
канд. техн. наук, доцент,
Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет,
Россия, г. Воронеж, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru.

Колодяжный Сергей Александрович,
канд. техн. наук, доцент,
Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет. Россия, г. Воронеж,
e-mail: vgasupb@mail.ru.

Сушко Елена Анатольевна, канд. техн. наук,
Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет.
Россия, г. Воронеж,
e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru.

© Сазонова С.А., Колодяжный С.А., Сушко Е.А., 2015

Инженерная постановка задачи формулируется следующим образом. Опираясь на данные по манометрической съемке в системе, полученные в исходном и возмущенном (из-за возникновения утечки) состояниях, определить объем утечки и ее местоположение на расчетной схеме.

Пока полагается, что система оснащена устройствами измерения давления во всех узлах, причем их погрешностью можно пренебречь, кроме того, считать, что получаемая на их основе манометрическая съемка объекта соответствует бесконечно малому интервалу времени и ведется непрерывно.

Аналогичные условия предъявляются к гидравлическим характеристикам всех компонентов системы, которые считаются известными с требуемой точностью.

Исходя из содержательной сущности, задачу диагностики следует квалифицировать как обратную задачу анализа возмущенного состояния, поскольку требуется определить вид воздействия, повлекшего известное изменение параметров. Ее принципиальное отличие от оценивания и идентификации заключается в том, что последние также являются задачами обратного анализа, но текущего состояния системы.

Для численной реализации перечисленных задач требуются соответствующие модели анализа потокораспределения. В работе [4] разработаны такие модели для систем газоснабжения, а в работах [5, 6] – для систем теплоснабжения как для систем закрытого типа, но частично открытого типа. Для систем водо- или газоснабжения соответствующие модели принимаются как для систем открытого типа.

Опираясь на инженерную постановку, процедуру диагностики утечек формально можно представить как задачу математического программирования, в которой требуется найти:

$$\min \left\{ F = \sum_{j \in J_{\pi}^z(P) \cup J_{\eta}^z(P) \cup J_{\chi}^z(P)} \frac{1}{\sigma_j^2} \sum_{k \in J^z} [P_j^3 - P_j^e(\hat{q}_k^u, k, \vec{Q}_{n1}, \vec{Q}_{n2})]^2 \right\}; \quad (1)$$

при ограничениях:

$$[C_{p \times n1} \quad C_{p \times n2}] \times \begin{bmatrix} R_{n1(d)} & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [M_{p \times e}^t] \times [\hat{H}_{e \times 1}^z]; \quad (2)$$

$$[K_{r \times n1} \quad 0_{r \times n2}] \times \begin{bmatrix} R_{n1(d)} & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [0_{r \times 1}]; \quad (3)$$

$$[A_{m \times n1} \quad A_{m \times n2}] \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [\hat{q}_{m \times 1}]; \quad (4)$$

где надстрочные индексы «z», «в» определяют экспериментально измеренное и вычисленное (расчетное) значение давления в узле j соответственно; \hat{q}_k^u – искомая величина объема утечки, прикладываемого в узле k ; σ_j – дисперсия измеряемого давления, определяемая в соответствии с классом точности прибора, пределом его измерения и т.д.; $n1 = \{I^{rx}\}$ – количество реальных элементов системы; $n2 = \{I^{ae}\}$ – количество фиктивных участков, эквивалентирующих абонентские подсистемы; e – полное число энергоузлов с фиксированным узловым потенциалом или характеристикой $e = \{J_{\pi}^z \cup J_{\eta}^a\}$; p – число независимых цепей ($p = e - 1$); r – число контуров; $m = \{J_{\chi}^z\}$ – множество узлов с нефиксируемым узловым потенциалом; $R_i = S_i |Q_i|^{a-1}$ – элемент диагональных матриц; s – гидравлическое сопротивление участка.

Задача (1)-(4) представляет собой лишь формальную запись диагностики, поскольку обладает специфической особенностью, заключающейся в том, что целевая функция не может быть явно выражена через искомые аргументы, каковыми являются два параметра: координата и объем утечки. Следовательно, традиционные методы поиска экстремума в данном случае принципиально невозможны. Именно в этом и состоит ее слабая формализуемость. Единственное средство для ее решения основано на том, что расчетные значения узловых давлений могут быть получены, только если одновременно задаться обоими искомыми параметрами. В этом случае нахождение значений P_j^e сводится к решению задачи, определяемой совокупностью ограничений (2)-(4), поскольку она является замкнутой системой нелинейных уравнений.

Последнее обстоятельство, видимо, является отличительной особенностью слабо формализуемых задач, для которых характерна автономность целевой функции и накладываемых ограничений. Иными словами, комплекс ограничений может быть использован для получения частного решения, задающего вклад в значение целевой функции. Тогда процедура решения заключается в нахождении всех частных решений, по совокупности которых устанавливается целевая функция, то есть появляется возможность нахождения ее экстремума

прямым сопоставлением значений, полученных при варьировании искомыми аргументами.

Рассмотренная задача диагностики утечек является не единственной слабо формализуемой задачей в области управления функционированием инженерных систем. Авторы [1] подтвердили возможность ее решения на основе детерминированного алгоритма, абстрагируясь от погрешности манометрической съемки, плотности размещения контрольно-измерительного оборудования на объекте и т.д. Тем не менее внедрение полученных результатов в практику управления возможно при всестороннем учете отмеченных факторов, главным из которых, вероятно, является размещение датчиков манометрической съемки на объекте. Очевидно, что система ограничений для такой задачи должна быть идентична (2)-(4), а изменению подлежит лишь вид целевой функции. Выбор и обоснование критерия оптимизации нужно рассматривать как самостоятельную задачу дальнейших исследований.

Реализация поставленной задачи требует решения ряда дополнительных задач, обеспечивающих надежность функционирования и безопасность таких сложных систем. Задача диагностики утечек решается в интервале между двумя опросами системы при мониторинге текущего состояния по результатам статического оценивания [4]. Актуален также ряд исследований [7, 8, 9, 10, 11], необходимых для решения комплексных задач.

Выводы:

1. Задача диагностики утечек в гидравлических системах представлена как задача математического программирования.
2. Практическая реализация задачи диагностики утечек для гидравлических систем базируется на данных манометрической съемки при мониторинге текущего состояния в условиях реального времени.
3. Для решения задачи диагностики утечек требуется численная реализация задачи статического оценивания, имеющей в своей основе математические модели потокораспределения. В целом требуется комплексное решение целого ряда технических задач.

Библиографический список

1. **Квасов И.С.** Детерминированный алгоритм диагностики утечек в трубопроводных системах / И.С. Квасов, В.Ф. Бабкин, В.И. Щербаков, М.Я. Панов, К.В. Щербаков // Изв. вузов. Строительство, 1998. – № 8. – С. 86-90.
2. **Квасов И.С.** Энергетическое эквивалентирование больших гидравлических систем жизнеобеспечения городов / И.С. Квасов, М.Я. Панов, В.И. Щербаков, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001.- № 4. – С. 85-90.
3. **Меренков А.П., Хасилев В.Я.** Теория гидравлических цепей / А.П. Меренков, В.Я. Хасилев. – М: Наука, 1985. – 278 с.
4. **Сазонова С.А.** Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.А. Сазонова. – Воронеж, 2000. – 15 с.
5. **Колодяжный С.А., Сушко Е.А., Сазонова С.А.** Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 3 (12). – С. 8-15.
6. **Сазонова С.А.** Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 82 – 86.
7. **Николенко С.Д., Михневич И.В.** Разработка конструкций пневматических опалубок / С.Д. Николенко, И.В. Михневич // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014.- № 2 (15). – С. 18-22.
8. **Михневич И.В., Николенко С.Д., Попов В.А.** К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 20 сентября 2012 года. ФГБОУ ВПО Воронежский институт противопожарной службы МЧС России. Воронеж, 2012. – С. 234-237.
9. **Жидко Е.А.** Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости предприятия в условиях рынка: монография / Е. А. Жидко. – Воронеж: ВГАСУ, 2009. – 183 с.
10. **Жидко Е.А., Колотушкин В.В., Соловьева Э.В.** Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройств / Е.А. Жидко, В.В. Колотушкин, Э.В. Соловьева // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 2. – С. 8-11.
11. **Жидко Е.А.** Управление техносферной безопасностью: учебное пособие / Е.А. Жидко. – Воронеж, 2013. – 178 с.

References

1. **Kvasov I.S.** Determinirovannyj algoritm diagnostiki utechk v truboprovodnyh sistemah / I.S. Kvasov, V.F. Babkin, V.I. Shherbakov, M.Ja. Panov, K.V. Shherbakov // Izv. vuzov. Stroitel'stvo, 1998. – № 8. – С. 86-90.
2. **Kvasov I.S.** Jenergeticheskoe jekvivalentirovanie bol'shih gidravlicheskih sistem zhizneobespechenija gorodov / I.S. Kvasov, M.Ja. Panov, V.I. Shherbakov, S.A. Sazonova // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. – 2001.- № 4. – С. 85-90.
3. **Merenkov A.P., Hasilev V.Ja.** Teorija gidravlicheskih cepej / A.P. Merenkov, V.Ja. Hasilev. – M: Nauka, 1985. – 278 s.
4. **Sazonova S.A.** Razrabotka metodov i algoritmov tehnicheckoj diagnostiki sistem gazosnabzhenija: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk / S.A. Sazonova. – Voronezh, 2000. – 15 s.
5. **Kolodjazhnyj S.A., Sushko E.A., Sazonova S.A.** Primenenie jenergeticheskogo jekvivalentirovanija dlja formirovanija granichnyh uslovij k modeli analiza potokoraspredelenija sistemy teplosnabzhenija / S.A. Kolodjazhnyj, E.A. Sushko, S.A. Sazonova // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. – 2013. – № 3 (12). – С. 8-15.
6. **Sazonova S.A.** Razrabotka modeli strukturnogo rezervirovanija dlja funkcionirujushchih sistem teplosnabzhenija / S.A. Sazonova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tehnologij. – 2008. – № 3. – С. 82 – 86.
7. **Nikolenko S.D., Mihnevich I.V.** Razrabotka konstrukcij pnevmaticheskikh opalubok / S.D. Nikolenko, I.V. Mihnevich // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. – 2014.- № 2 (15). – С. 18-22.
8. **Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Popov V.A.** K voprosu o zashhitnyh svojstvah bystrovzvodimyh sooruzhenij na osnove pnevmoopalubki / I.V. Mihnevich, S.D. Nikolenko, V.A. Popov // Pozharnaja bezopasnost': problemy i perspektivy: sbornik statej po materialam III vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 20 sentjabrja 2012 goda. FGBOU VPO Voronezhskij institut protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii. Voronezh, 2012. – С. 234-237.
9. **Zhidko E.A.** Jekologicheskij menedzhment kak faktor jekologo-jekonomicheskoi ustojchivosti predprijatija v uslovijah rynka: monografija / E. A. Zhidko. – Voronezh: VGASU, 2009. – 183 s.
10. **Zhidko E.A., Kolotushkin V.V., Solov'eva Je.V.** Teoreticheskie osnovy proektirovanija i konstrukcii zhidkostnyh pyl'elavlivajushchih ustrojstv / E.A. Zhidko, V.V. Kolotushkin, Je.V. Solov'eva // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2004. – № 2. – С. 8-11.
11. **Zhidko E.A.** Upravlenie tehnosfernoj bezopasnost'ju: uchebnoe posobie / E.A. Zhidko. – Voronezh, 2013. – 178 s.

**DIAGNOSIS OF LEAKS IN HYDRAULIC
SYSTEMS TO ENSURE THE SAFETY
OF THEIR OPERATION**

Sazonova S.A.,

Ph. D. in Engineerin, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Kolodyazhny S.A.,

Ph. D. in Engineerin, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: vgasupb@mail.ru

Sushko E.A.,

Ph. D. in Engineering,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru

We consider the problem of mathematical modeling diagnosis of leaks in hydraulic systems. Practical application of the problem is possible in monitoring the technical condition of systems and data acquisition manometric recording. The numerical realization of the problem requires a complex solution of a number of additional tasks to ensure the reliability of the function-tioning and safety of hydraulic systems.

Keywords: *hydraulic systems, diagnostics leaks, mathematical programming-tion, security, monitoring, technical condition.*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ

С.А. Сазонова, Е.А. Сушко, К.А. Складов

Рассматриваются проблемы, возникающие при моделировании и практической реализации задачи оценивания состояния гидравлических систем. В математической модели оценивания сделано разделение на быстро и медленно меняющиеся параметры состояния систем. В совокупности решаемых задач как отдельная задача выделена задача диагностики утечек. При выполнении технической диагностики необходимо учитывать весь спектр комплексных задач с целью обеспечения надежности и безопасности объектов защиты.

Ключевые слова: гидравлические системы, статическое оценивание, математическое программирование, безопасность, мониторинг технического состояния.

Введение. Традиционно рассматривается стратегия решения задач статического и динамического оценивания и возникающие при этом проблемы по существу безотносительно специфики функционирования гидравлических систем (ГС). Привязка к исследуемым системам ограничена лишь составом измерений. Между тем именно особенности их функционирования вынуждают принципиально пересмотреть методологию оценивания в целом.

Формулировка задачи статического оценивания. Математическая формулировка задачи статического оценивания заключается в следующем [1]. Будем понимать под параметрами режима функционирования быстро изменяющуюся информацию о состоянии ГС. К ней относятся значения: узловых потенциалов (H_i), отборов или притоков (g_i), расходов транспортируемой среды на участках сети (Q_i). Совокупность этих величин обозначим вектором \vec{Z} . Остальная информация, касающаяся характеристик элементов ГС (сопротивления и проводимости участков сети, характеристики регуляторов, и т.д.), меняется относительно медленно. Ее будем обозначать компонентами вектора \vec{D} .

Связь между параметрами режима и характеристиками элементов выражается в виде системы уравнений, которая образует математическую модель процессов, протекающих в ГС. В векторной форме эту модель будем представлять в виде

$$W(\vec{Z}, \vec{D}) = 0. \quad (1)$$

Возможность декомпозиции на быстро и медленно меняющиеся параметры существует и для ГС. Часть компонентов вектора \vec{D} остается неизменной (топология системы, длины участков, размещение источников питания и потребителей). Другая часть компонентов хотя и изменяется, но крайне медленно в результате увеличения срока эксплуатации (диаметры труб на участках, характеристики насосов, регуляторов, резервуаров и т.д.).

Однако такая ситуация справедлива лишь при нормальном режиме функционирования ГС, которая на практике реализуется далеко не всегда. Принадлежность ГС к классу восстанавливаемых систем допускает их функционирование в режимах частичного отказа. С позиций возможности дифференциации параметров режима на быстро и медленно меняющуюся информацию интерес представляет явление утечек. Будем интерпретировать утечку как особую категорию потребителей, которую как обычно можно характеризовать местоположением в системе (координатой), величиной отбора и, кроме того, моментом возникновения или фактом существования. Определение влияния утечек на процедуру оценивания осложняется тем обстоятельством, что сами утечки могут быть естественного (собственно утечки) и искусственного (несанкционированные отборы) характера. Величину утечки, в силу ее разнообразного характера, невозможно однозначно причислить либо к медленно, либо к быстро меняющимся параметрам режима. Для естественных утечек можно считать гидравлическое сопротивление истечению до атмосферного давления величиной постоянной. Тогда постулируя незначительность колебаний давления в любой точке системы во времени, величина утечки оказывается практически неизменной. В

Сазонова Светлана Анатольевна,

канд. техн. наук, доцент, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Воронеж, e-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

Сушко Елена Анатольевна,

канд. техн. наук, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Воронеж.

e-mail: u00075@vgasu.vrn.ru

Складов Кирилл Александрович,

канд. техн. наук, доцент Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, Воронеж, e-mail: vgasupb@mail.ru

© Сазонова С.А., Сушко Е.А., Складов К.А., 2015

то же время для несанкционированных отборов свойственна стохастичность значения во времени (суточная, сезонная и т.д.) как и для обычного потребителя.

Координата утечки уже представляет собой не параметрическую, а структурную информацию о системе, наличие которой в задаче оценивания постулируется. Неопределенность с этой точки зрения автоматически исключает возможность корректного решения.

Сведения о моменте возникновения или факте существования утечек являются логическими и в принципе не могут быть согласованы со структурной модели (1). Их вероятностный смысл достаточно очевиден, а если это так, то вопрос их определения относится к задачам математической статистики.

На основании такого элементарного анализа необходимой информации об утечках очевидно, что проблема их учета является самостоятельной комплексной задачей, получившей название диагностики [2]. Разумеется, эта проблема имеет самостоятельное значение, но в силу объективного существования понятия координаты утечек, являющегося структурной информацией, декомпозиция оценивания в форме (1) для ГС принципиально невозможна по причине топологической неопределенности.

Все отмеченные факторы применительно к ГС имеют противоположные тенденции. Известно, что утечки естественного характера в системах водоснабжения считаются ординарным явлением и могут достигать 20-30% от общего потребления. Разумеется, что при таком уровне утечек трудно рассчитывать на качественные результаты оценивания без их учета, то есть они могут оказаться даже абсурдными. Тем не менее, в силу разнородности информации об утечках, очевидно, что их учет не вписывается в общую формулировку задач как статического, так и динамического оценивания. Иными словами совместная формализация обоих задач с диагностикой утечек невозможна. Поэтому естественным способом преодоления этой проблемы можно считать их математическую декомпозицию при объединении на алгоритмическом уровне, когда автономное решение одной из них выполняет функцию информационного обеспечения для другой, причем этот процесс, скорее всего, должен быть циклическим и взаимным.

Второй важной особенностью гидравлических трубопроводных систем, оказывающей влияние на решение задач оценивания, является «скудность» экспериментальной информации о параметрах режима, как в количественном, так и в качественном отношении, поскольку при этом возникают проблемы обеспечения топологической и нелинейной наблюдаемости объекта управления. Рассмотрим подробнее причины отмеченного обстоятельства.

Первое условие соблюдения топологической наблюдаемости – инвариантность к конфигурации системы, потребность в обеспечении которого возникает в результате различного рода коммутаций схемы объекта посредством любых манипуляций с задвижками в процессе эксплуатации, практически предопределяет выбор состава независимых переменных – совокупность отборов транспортируемой среды потребителями. Однако в этом случае возникает неизбежный конфликт с выполнением второго условия, поскольку их связь с компонентами вектора телеизмерений (формируемых на основе манометрической съемки) оказывается неявной и более того, нелинейной с учетом структуры известных моделей потокораспределения. В результате возникают негативные перспективы трудоемких вычислительных операций с дифференцированием неявных функций в методе наименьших квадратов.

Дефицит телеизмерений в количественном отношении вынуждает планировать его ликвидацию посредством динамического оценивания. Однако на сегодняшний день для решения этой проблемы предложены далеко не самые удобные в реализации многофакторные адаптивные модели определения нагрузок потребителей. Учет влияния лишь метеорологических факторов недостаточен, модели трудно приспособляются к неожиданным изменениям условий, поскольку не рассчитаны на постоянную коррекцию эмпирических коэффициентов. Существуют также проблемы получения самих факторов, поскольку последние носят характер прогнозов. Но главный недостаток применения динамического оценивания для обеспечения топологической наблюдаемости заключается в необходимости установки расходомеров хотя бы у части абонентов для адаптации самих моделей. Заметим также, что полученные в этом случае динамические оценки неудобны и в плане последующей реализации статического оценивания, поскольку целевая функция должна в этом случае формироваться на неоднородных данных с возникающей отсюда проблемой согласования их весовых функций и размерностей.

Дефицит экспериментальных данных в качественном отношении обусловлен не столько сложностью обработки разнородных данных (помимо сведений по манометрической съемке может применяться и температурная съемка), сколько слабой информативностью этого параметра для исследуемых объектов. Проблема нелинейной наблюдаемости для ГС имеет место, но возможность ее преодоления за счет избыточности исходных данных вызывает сомнение.

Техническая диагностика выполняется для обеспечения надежности и безопасности функционирования ГС. Для реализации комплексной проблемы требуется совместное решение задач статического оценивания [3] на основе применения энергетического эквивалентирования [4, 5] с реализацией математических моделей анализа потокораспре-

деления и учетом транспортного резервирования [6]. В указанных работах рассматриваются системы газоснабжения и теплоснабжения. Реализация поставленной задачи требует решения ряда дополнительных задач, обеспечивающих надежность функционирования и безопасность таких сложных систем. Задача диагностики утечек решается в интервале между двумя опросами системы при мониторинге текущего состояния по результатам статического оценивания [3]. Актуален также ряд исследований [7, 8, 9, 10, 11], необходимых для решения комплексных задач.

В заключение отметим, что в практике эксплуатации исследуемых систем в составе вектора телеизмерений обычно фигурируют данные о притоках транспортируемой среды через источники питания. Совместная обработка разнородных экспериментальных данных требует дополнительных вы-

числительных операций. Значимость этих данных весьма существенна даже при крайней малочисленности. Поэтому представляет интерес поиск способов более эффективного их применения, нежели прямое включение в целевую функцию.

Выводы

1. Задача оценивания гидравлических систем представлена в виде модели оценивания с быстро и медленно меняющимися параметрами состояния систем.

2. В совокупности решаемых задач оценивания как отдельная задача выделена задача диагностики утечек.

3. При выполнении технической диагностики необходимо учитывать весь спектр комплексных задач с целью обеспечения надежности и безопасности объектов защиты.

Библиографический список

1. Гамм А.З., Герасимов Л.Н., Голуб И.И. Оценивание состояния в электроэнергетике / А.З. Гамм, Л.Н. Герасимов, И.И. Голуб. – М.: Наука, 1983. – 302 с.
2. Евдокимов А.Г. Оптимальные задачи на инженерных сетях / А.Г. Евдокимов. – Харьков: Вища школа, 1976. – 153 с.
3. Сазонова С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.А. Сазонова. – Воронеж, 2000. – 15 с.
4. Квасов И.С. Энергетическое эквивалентирование больших гидравлических систем жизнеобеспечения городов / И.С. Квасов, М.Я. Панов, В.И. Щербakov, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001.- № 4. – С. 85-90.
5. Колодяжный С.А. Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 3 (12). – С. 8-15.
6. Сазонова С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 82 – 86.
7. Михневич И.В., Николенко С.Д., Попов В.А. К вопросу о защитных свойствах быстровозводимых сооружений на основе пневмоопалубки / И.В. Михневич, С.Д. Николенко, В.А. Попов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 20 сентября 2012 года. ФГБОУ ВПО Воронежский институт противопожарной службы МЧС России. Воронеж, 2012. – С. 234-237.
8. Николенко С.Д., Михневич И.В. Разработка конструкций пневматических опалубок / С.Д. Николенко, И.В. Михневич // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014.- № 2 (15). – С. 18-22.
9. Жидко Е.А. Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости предприятия в условиях рынка: монография / Е. А. Жидко. – Воронеж: ВГАСУ, 2009. – 183 с.
10. Жидко Е.А., Колотушкин В.В., Соловьева Э.В.

References

1. Gamm A.Z., Gerasimov L.N., Golub I.I. Ocenivanie sostojanija v jelektrojenergetike / A.Z. Gamm, L.N. Gerasimov, I.I. Golub. – M.: Nauka, 1983. – 302 s.
2. Evdokimov A.G. Optimal'nye zadachi na inzhenernyh setjah / A.G. Evdokimov. – Har'kov: Vishha shkola, 1976. – 153 s.
3. Sazonova S.A. Razrabotka metodov i algo-ritmov tehnichekoj diagnostiki sistem gazosnabzhenija: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk / S.A. Sazonova. – Voronezh, 2000. – 15 s.
4. Kvasov I.S. Jenergeticheskoe jekvivalentirovanie bol'shih gidravlicheskih sistem zhizneobespechenija gorodov / I.S. Kvasov, M.Ja. Panov, V.I. Shherbakov, S.A. Sazonova // Izvestija vysshih uczebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. – 2001.- № 4. – S. 85-90.
5. Kolodjazhnyj S.A. Primenenie jenergetiche-skogo jekvivalentirovanija dlja formirovanija granichnyh uslovij k modeli analiza potokoraspredelenija sistemy teplosnabzhenija / S.A. Kolodjazhnyj, E.A. Sushko, S.A. Sazonova // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. – 2013. – № 3 (12). – S. 8-15.
6. Sazonova S.A. Razrabotka modeli strukturnogo rezervirovanija dlja funkcionirujushchih sistem teplosnabzhenija / S.A. Sazonova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tehnologij. – 2008. – № 3. – S. 82 – 86.
7. Mihnevich I.V., Nikolenko S.D., Popov V.A. K voprosu o zashhitnyh svojstvah bystrovozvo-dimyh sooruzhenij na osnove pnevmoopalubki / I.V. Mihnevich, S.D. Nikolenko, V.A. Popov // Pozharnaja bezopasnost': problemy i perspektivy: sbornik statej po materialam III vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 20 sentjabrja 2012 goda. FGBOU VPO Voronezhskij institut protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii. Voronezh, 2012. – S. 234-237.
8. Nikolenko S.D., Mihnevich I.V. Razrabotka konstrukcij pnevmaticheskikh opalubok / S.D. Nikolenko, I.V. Mihnevich // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. – 2014.- № 2 (15). – S. 18-22.
9. Zhidko E.A. Jekologicheskij menedzhment kak faktor jekologo-jekonomicheskoj ustojchivosti predpriyatija v uslovijah rynka: monografija / E. A. Zhidko. – Voronezh: VGASU, 2009. – 183 s.
10. Zhidko E.A., Kolotushkin V.V., Solov'eva Je.V.

Теоретические основы проектирования и конструкции жидкостных пылеулавливающих устройств / Е.А. Жидко, В.В. Колотушкин, Э.В. Соловьева // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 2. – С. 8-11.

11. **Жидко Е.А.** Управление техносферной безопасностью: учебное пособие / Е.А. Жидко. – Воронеж, 2013. – 178 с.

Teoreticheskie osnovy proektirovanija i konstrukcii zhidkostnyh pylleulavlivajushhih ustrojstv / E.A. Zhidko, V.V. Kolotushkin, Je.V. Solov'eva // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2004. – № 2. – S. 8-11.

11. **Zhidko E.A.** Upravlenie tehnosfernoj bezopasnost'ju: uchebnoe posobie / E.A. Zhidko. – Voronezh, 2013. – 178 s.

ENSURING THE SAFETY OF THE OPERATION OF HYDRAULIC SYSTEMS USING STATE ESTIMATION

Sazonova S.A.,

Ph. D. in Engineerin, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Sushko E.A.,

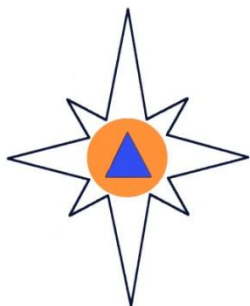
Ph. D. in Engineering,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: u00075

Sklyarov K.A.,

Ph. D. in Engineerin, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Voronezh,
e-mail: vgasupb@mail.ru

We consider the problems arising in the modeling and implementation of state estimation problem of hydraulic systems. In the mathematical model evaluation is done on the separation of fast and slowly varying parameters of the systems. Together tasks as a separate task allocated task diagnostic leaks. When the technical diagnosis is necessary to consider the whole range of complex tasks in order to obespertion reliability and safety of protection.

Keywords: *hydraulic system, static evaluation, a mathematical program-ming, security, monitoring, technical condition.*



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 630*524.634: 614.841.3: 519.876: 504.064.2:001.18

АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ КВАРТАЛОВ ПО ЧАСТОТЕ ПОЖАРОВ

П.М. Мазуркин

Множество лесных пожаров принимают с нулевым значением для тех лесных кварталов, на которых не было ни одного пожара. Показана методика расчета частоты лесных пожаров на лесном квартале, координаты его постоянны и зафиксированы в пространстве леса и территории предприятия, причем лесной квартал имеет прямоугольные координаты на карте. Каждый лесной квартал за многолетний период принимают за изменяющийся по количеству лесных пожаров физический объект. Даны распределения по численности прошлых лесных пожаров на данном лесном квартале, а также закономерности изменения частоты пожаров.

Ключевые слова: лесной квартал, пожары, частота, распределения, закономерности.

Введение. Каждый лесной квартал за многолетний период принимают за изменяющийся по количеству лесных пожаров объект, а затем все лесные кварталы лесного предприятия (или его структурных подразделений в виде лесничеств, а на особо охраняемых территориях дополнительно также по функциональным зонам) распределяют по численности прошлых лесных пожаров, происшедших на данном лесном квартале. Для прогнозирования появления лесных пожаров на данном лесном квартале пропорциональна количеству бывших на его территории пожаров.

Для тех лесных кварталов, на которых за рассматриваемый период в прошлом не было ни одного лесного пожара, принимают нулевую численность прошлых лесных пожаров, происшедших на данном лесном квартале. Время контроля системы «Дозор» распределяют по всем лесным кварталам лесного предприятия пропорционально численности прошлых лесных пожаров, происшедших на данном лесном квартале. Положительный эффект достигается тем, что на лесные кварталы с большим количеством лесных пожаров, происшедших в прошлом, выделяется больше времени контроля системы «Дозор».

Мазуркин Петр Матвеевич, доктор тех. наук, профессор, Поволжский ГТУ. Йошкар-Ола, Россия.
e-mail: kaf_po@mail.ru

Это позволяет повысить эффективность регистрации новых лесных пожаров.

Новизна технического решения заключается в том, что впервые за объект исследования принимают не лесные пожары как таковые, имеющие произвольные координаты для наблюдения, а лесные кварталы как физические объекты с постоянными параметрами (координаты в виде радиуса и угла направления до лесного квартала).

Государственный природный Национальный парк «Марий Чодра» (рис. 1) организован 1 декабря 1985 года.

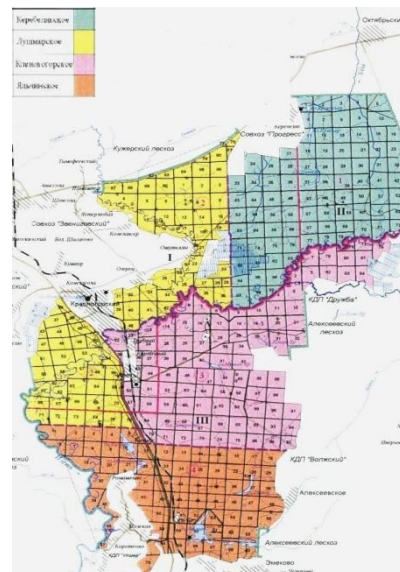


Рис. 1. Карта-схема территории НП «Марий Чодра»

Территория парка покрыта сосновыми борамми и хвойно-широколиственными лесами. Парк находится на юго-востоке Республики Марий Эл, в трех административных районах – Моркинском, Звениговском, Волжском – в 20-40 км от г. Волжска и 50-70 км от г. Йошкар-Ола

Регистрация лесных пожаров. В таблице 1 приведено распределение лесного квартала с количеством лесных пожаров по лесничествам (столбцы) и функциональным зонам (строки), причем последние имеют следующие условные обозначения: Ф31- зона заповедного режима 7590 га; Ф32 – зона особо охраняемая 4772 га; Ф33 – зона экстенсивного рекреационного использования 11248 га; Ф34 – зона интенсивного рекреационного использования 12039 га; Ф35 – зона хозяйственного назначения 1226 га.

Книга учета лесных пожаров ФГБУ «Национальный парк «Марий Чодра» представляет собой журнал, в котором составитель акта о пожаре (старший инженер ОЗЛ, начальник ПХС, лесничий, помощник лесничего, мастер леса) парка или лесничества, где произошло возгорание, записывает все известные ему данные о возгорании.

Далее рассмотрим распределения (рис. 2) числа лесных пожаров за 25 лет с 1987 по 2011 гг.

Таблица 1

Кварталы с лесными пожарами по лесничествам и функциональным зонам за 1987-2011 гг.

Керебелякское лесничество		Кленовогорское лесничество		Лушмарское лесничество		Яльчинское лесничество	
№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.
Ф31- зона заповедного режима							
		76	1				
47	1						
60	1						
62	1						
66	1						
67	1						
71	1						
Ф32 – зона особо охраняемая							
				27	1	1	1
				29	2	7	2
				66	2		
				71	1		
				73	1		
Ф33 – зона экстенсивного рекреационного использования							
53	1	31	1	73	1	12	2
55	1	45	3	1	1	13	2
		46	1	37	2	24	2
		51	2	43	2	25	2
		52	3	47	1	27	9
		58	5	53	1	33	3
		59	1	55	2	34	2
		60	1	56	4	35	2
		61	1	69	2	70	5
		63	1	74	2		
		64	1	76	2		
		66	1	87	1		
		72	2				
Ф34 – зона интенсивного рекреационного использования							
		6	1	17	1	28	1
		16	2	26	1	36	3
		23	2	30	10	37	4

Керебелякское лесничество		Кленовогорское лесничество		Лушмарское лесничество		Яльчинское лесничество	
№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.	№ кв.	<i>n_{кв}</i> , шт.
		24	1	31	1	5	5
		25	3	32	2	8	3
		26	2	34	1	10	1
		27	1	38	3	17	1
		30	1	39	3	19	1
		33	1	45	1	20	1
		39	2	46	1	30	2
		40	1	50	2	31	4
		41	1	54	3	38	3
		44	2	57	1	39	1
		49	1	60	1	40	1
		70	8	61	3	41	3
				62	1	43	5
						44	8
						45	10
						46	3
						47	1
						48	1
						49	1
						52	7
						53	3
						58	2
						ч61	1
						62	2
						63	4
						64	4
						67	3
						68	6
						69	1
Ф35 – зона хозяйственного назначения							
		22	6	ч58	2	ч60	3
		50	4	59	2	ч66	4
		57	1	ч64	1	23	2
						32	1
						42	1
						51	3
						59	5
						65	3

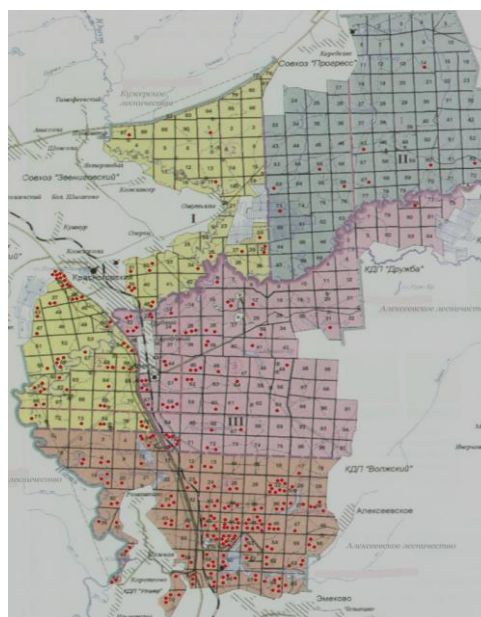


Рис. 2. Карта-схема территории национального парка «Марий Чодра» с отметкой на лесных кварталах каждого лесного пожара в виде точки

До 1987 года распределение лесничеств и их лесных кварталов было иным. Поэтому период 1982-1986 гг. не рассматривался.

Регистрация лесных кварталов. В таблице 2 дано распределение лесных кварталов по лесничествам (столбцы) и функциональным зонам (строки).

Таблица 2

Всего лесных кварталов в НП «Марий Чодра»

Функциональные зоны	Лесничество				Итого
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
Ф31	57	12	0	0	69
Ф32	3	20	12	4	39
Ф33	22	29	43	13	107
Ф34	1	32	33	44	110
Ф35	1	5	4	12	22
Итого	84	98	92	73	347

Количество лесных кварталов без пожаров за 25 лет дано в таблице 3. Лесные кварталы, на которых хотя бы один раз произошел лесной пожара, – в таблице 4. Для сравнения с другими предприятиями в таблице 5 даны относительная доля лесных кварталов, в которых произошли лесные пожары.

Таблица 3

Всего лесных кварталов без пожаров за 1987-2011 гг.

Функциональные зоны	Лесничество				Итого
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
Ф31	51	11	0	0	62
Ф32	3	20	7	2	32
Ф33	20	16	32	4	72
Ф34	1	17	17	12	47
Ф35	1	2	1	0	4
Итого	76	66	57	18	217

Таблица 4

Всего лесных кварталов, пройденных пожарами

Функциональные зоны	Лесничество				Итого
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
Ф31	6	1	0	0	7
Ф32	0	0	5	2	7
Ф33	2	13	11	9	35
Ф34	0	15	16	32	63
Ф35	0	3	3	12	18
Итого	8	32	35	55	130

Таблица 5

Доля лесных кварталов, в которых хотя бы один раз был пожар

Функциональные зоны	Лесничество				Итого
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
Ф31	10.53	8.33	0	0	10.14
Ф32	0.00	0.00	41.67	50.00	17.95
Ф33	9.09	44.83	25.58	69.23	32.71
Ф34	0.00	46.88	48.48	72.73	57.27
Ф35	0.00	60.00	75.00	100.00	81.82
Итого	9.52	32.65	38.04	75.34	37.46

На территории национального парка «Марий Чодра» наблюдается широкий разброс относительного показателя от 0 до 100%.

При этом количество лесных пожаров за 25 лет регистрации изменяется по данным таблицы 6.

Таблица 6

Количество лесных пожаров за период 1987-2011 гг.

Функциональные зоны	Лесничество				Итого
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
Ф31	6	1	0	0	7
Ф32	0	0	7	3	10
Ф33	2	23	20	29	74
Ф34	0	29	35	96	160
Ф35	0	11	5	26	42
Итого	8	64	67	154	293

Сравнение данных таблиц 4 и 6 показывает, что 293 лесных пожара произошли на 130 лесных кварталах. Однако среднее арифметическое значение числа пожаров не подходит, так как на некоторых лесных кварталах за 25 лет произошло много пожаров. Поэтому за объект исследования нужно брать не сам лесной пожар, а лесной квартал, на котором произошел это пожар.

Распределение по лесничествам. В таблице 7 приведено количество пожаров с учетом распределения их количества за 25 лет по лесничествам.

Таким образом, все имеющиеся лесные кварталы условно имеют значения частоты лесных пожаров. Но при этом на тех лесных кварталах, на которых за 25 лет не произошли ни одного лесного пожара, принимается значение количества лесных пожаров на одном и том же лесном квартале $n_{кв} = 0$.

Таблица 7

Количество пожаров на лесных кварталах на территории ФГУ «Национальный парк «Марий Чодра» за 1987-2011 гг. по лесничествам

Количество пожаров на квартале $n_{кв}$, шт.	Количество кварталов по лесничествам				Всего кварталов N_n , шт.
	Керебельское	Кленово-горское	Лушмарское	Яльчинское	
0	76	66	57	18	217
1	8	18	17	15	58
2	0	7	12	13	32
3	0	3	4	11	18

4	0	1	1	5	7
5	0	1	0	4	5
6	0	1	0	1	2
7	0	0	0	1	1
8	0	1	0	1	2
9	0	0	0	1	1
10	0	0	1	1	2
Итого кварт.	84	98	92	71	345*
Итого пожа- ров	8	64	67	154	293

Примечание: *У двух кварталов нет точных данных о пожарах.

Общее количество пожаров $\sum N = 293$ шт. определяется по формуле

$$\sum N_n = \sum_{n_{кв}=0}^{10} N_n n_{кв} \quad (1)$$

Аналогично для лесничеств получаем уравнение количества пожаров

$$\sum N_{л} = \sum_{n_{кв}=0}^{10} N_{л} n_{кв} \quad (2)$$

Из данных таблицы 7 видно, что наибольшее количество пожаров равно 10 и при этом столько пожаров произошло на двух лесных кварталах по всему национальному парку (по одному лесному кварталу Лушмарского и Яльчинского лесничеств). Далее за влияющую переменную примем $n_{кв}$.

Общее количество кварталов N_n , в зависимости от разного количества лесных пожаров на одном лесном квартале, изменяется по формуле (рис. 3) закона экспоненциальной гибели

$$N_n = 216,9377 \exp(-1,29352 n_{кв}^{0,63570}) \quad (3)$$

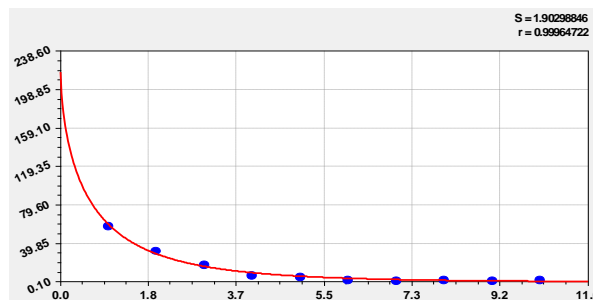


Рис. 3. График распределения кварталов от изменения количества лесных пожаров на одном лесном квартале

Первый параметр при $n_{кв} = 0$ показывает количество лесных кварталов без пожаров.

Керебелякское лесничество (рис. 4) получает закономерность вида:

$$N_{л} = 76,00875 \exp(-2,27275 n_{кв}) \quad (4)$$

Кленовогорское лес-во (рис. 4) дает формулу:

$$N_{л} = 66,00405 \exp(-12,30229 n_{кв}^{0,78010}) \quad (5)$$

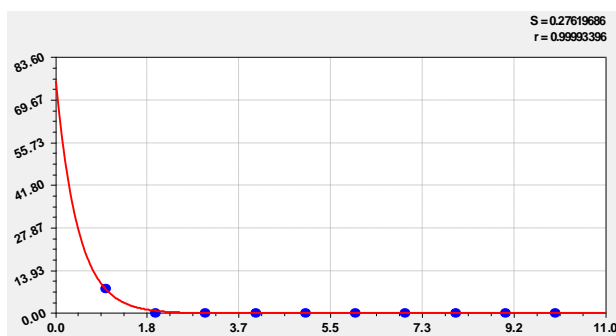
Лушмарское лесничество (рис. 4) имеет сложное распределение кварталов по формуле:

$$N_{л} = 57,00001 \exp(-1,49684 n_{кв}^{1,07955}) + A \cos(\pi n_{кв} / p + 1,33941), \quad (6)$$

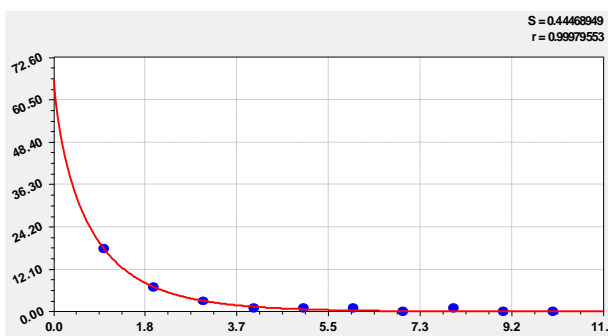
$$A = 3,75424 \cdot 10^{10} n_{кв}^{14,62931} \exp(-19,82605 n_{кв}^{0,51817}),$$

$$p = 5,98044 + 10,97285 n_{кв}^{1,12734},$$

где A – амплитуда (половина) колебательно-го возмущения популяции лесных кварталов как отклик на лесные пожары, шт.; p – полупериод колебательно-го возмущения лесных кварталов, шт.



Распределение лесных кварталов с пожарами по Керебелякскому лесничеству



Распределение лесных кварталов с пожарами по Кленовогорскому лесничеству

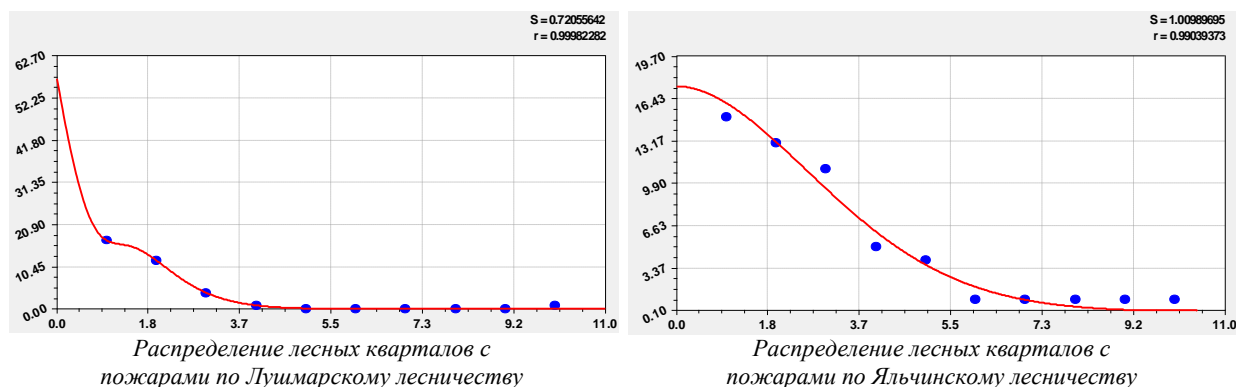


Рис. 4. График распределения количества кварталов в зависимости от изменения количества лесных пожаров на одном лесном квартале для четырех лесничеств национального парка «Марий Чодра».

Яльчинское лесничество (рис. 4) получает:

$$N_{\text{Л}} = 17,37682 \exp(-0,078199 n_{\text{кв}}^{1,86356}) \quad (7)$$

$$\sum_N = \sum_{n_{\text{кв}}=0}^{n_{\text{max}}} N_{(n_{\text{кв}})} \cdot n_{\text{кв}} \quad (9)$$

Остатки после приведенных формул показывают наличие дополнительной волны возмущения.

Распределение по функциональным зонам. Распределения лесных кварталов по функциональным зонам даны в таблице 8.

Таблица 8

Количество пожаров на лесных кварталах за 1987-2011 гг. по функциональным зонам

Количество пожаров на квартале $n_{\text{кв}}$, шт.	Количество кварталов по функциональным зонам					Всего по парку N_n , шт.
	Заповедного режима	особо охраняемая	экстенсивное рекреационное использование	интенсивное рекреационное использование	Хозяйственно-назначения	
0	62	32	72	47	4	217
1	7	4	14	29	4	58
2	0	3	14	10	5	32
3	0	0	3	12	3	18
4	0	0	1	4	2	7
5	0	0	2	2	1	5
6	0	0	0	1	1	2
7	0	0	0	1	0	1
8	0	0	0	2	0	2
9	0	0	1	0	0	1
10	0	0	0	2	0	2
Итого кв.	69	39	107	110	20	345
Итого пож.	7	10	74	160	42	293

Для функциональных зон получаем уравнение количества пожаров

$$\sum N_{\text{ФЗ}} = \sum_{n_{\text{кв}}=0}^{10} N_{\text{ФЗ}} n_{\text{кв}} \quad (8)$$

Тогда, снимая индексы, в общем случае получаем выражение для подсчета общего числа лесных пожаров по лесничествам и функциональным зонам национального парка вида

где \sum_N – сумма лесных пожаров по подразделениям лесного предприятия, шт., $n_{\text{кв}}$ – количество лесных пожаров на лесном квартале, шт., n_{max} – максимальное количество лесных пожаров за период измерений на одном лесном квартале, шт., $N_{(n_{\text{кв}})}$ – количество лесных кварталов с данным значением $n_{\text{кв}}$ при изменении в интервале $0 \leq n_{\text{кв}} \leq n_{\text{max}}$, шт.

На зоне заповедного режима (рис. 5) получена зависимость вида

$$N_{\text{ФЗ}} = 62,00936 \exp(-2,20579 n_{\text{кв}}) \quad (10)$$

На особо охраняемой зоне (рис. 6) выполняется закон экспоненциальной гибели

$$N_{\text{ФЗ}} = 31,95113 \exp(-1,92286 n_{\text{кв}}) \quad (11)$$

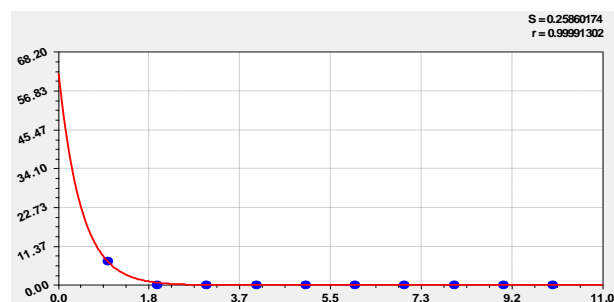


Рис. 5. График распределения лесных кварталов с разным количеством лесных пожаров по зоне заповедного режима

На функциональной зоне экстенсивного рекреационного использования получился закон экспоненциальной гибели (рис. 6):

$$N_{\text{ФЗ}} = 71,94865 \exp(-1,49370 n_{\text{кв}}^{0,54817}) \quad (12)$$

На функциональной зоне интенсивного рекреационного использования (рис. 6):

$$N_{\text{ФЗ}} = 47,28909 \exp(-0,56464 n_{\text{кв}}^{1,03489}) \quad (13)$$

На зоне хозяйственного назначения (рис. 6) количество лесных кварталов распределяется по

$$N_{\phi 3} = 4,33407 \exp(-0,010234 n_{ke}^{3,01562}) \quad (14)$$

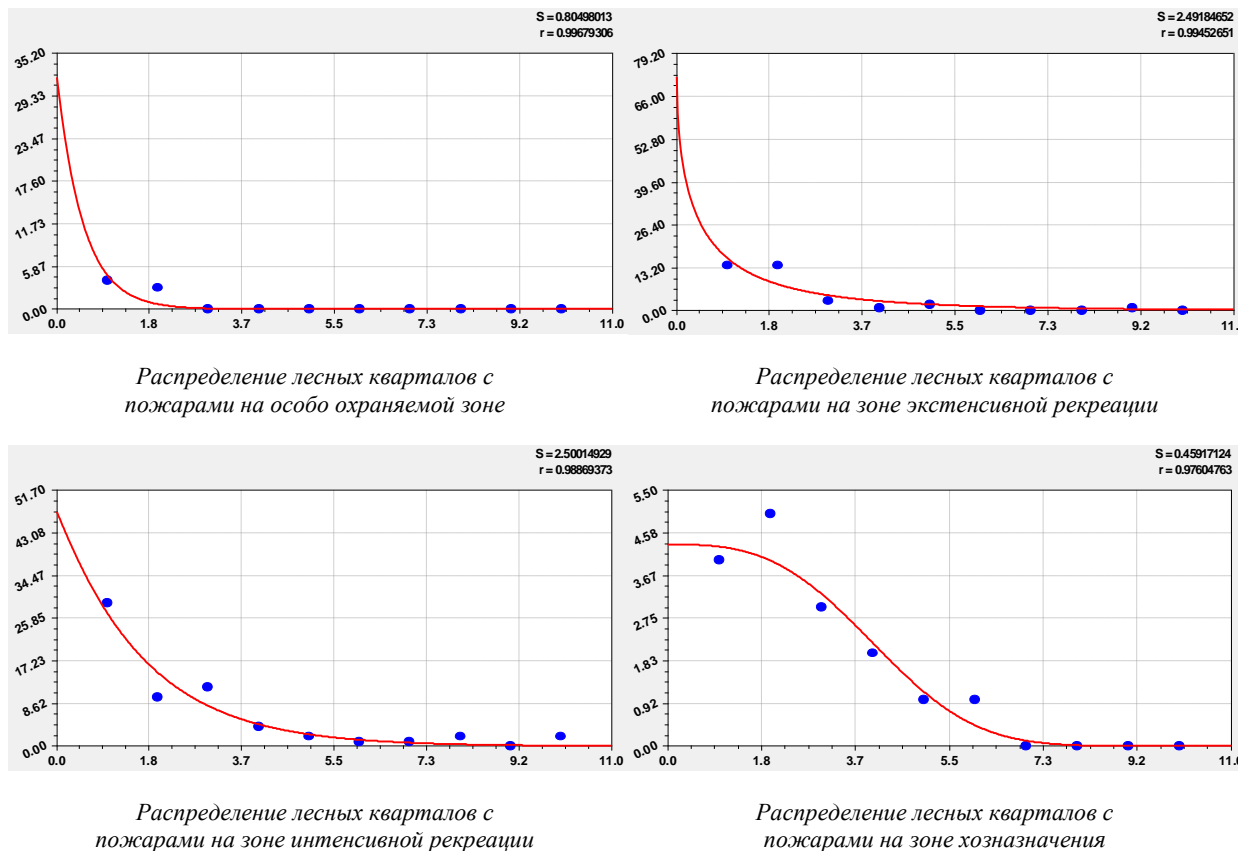


Рис. 6. График распределения лесных кварталов с разным количеством лесных пожаров по остальным четырем функциональным зонам национального парка «Марий Чодра».

Таким образом, общая закономерность [1-7] у всех распределений – это закон гибели в экспоненциальной форме.

Закключение. Предлагаемый способ обладает простотой реализации, так как по фактическим прошлым многолетним данным о лесных пожарах на конкретной территории необходимо выписать только данные о количестве лесных пожаров на каждом лесном квартале.

При этом методом точковки заполняется таблица 1 и затем составляются таблицы 2 – 8.

Применение предложенного способа расширяет возможности территориального экологического мониторинга, повышает функциональные возможности системы типа «Лесной Дозор» за счет

распределения времени наблюдений по параметру n_{ke} , то есть по увеличению количества лесных пожаров, происшедших на конкретном лесном квартале. При этом используются координаты каждого лесного квартала.

В итоге появляется практическая возможность, с использованием многолетних данных о лесных пожарах на территории, проведения экологического и технологического (пожаротушения) мониторинга для прогнозирования и уточнения распределения лесных пожаров вдоль радиуса обзора, а также провести прогнозный расчет по каждому лесному кварталу вероятности будущих лесных пожаров.

Библиографический список

1. Мазуркин П.М., Блинова К.С. Активность Солнца и годичная динамика лесных пожаров на особо охраняемой территории / П.М. Мазуркин, К.С. Блинова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 1. – С.102-107.
2. Мазуркин П.М., Блинова К.С., Хазиев А.В. Асимметричные вейвлет-сигналы многолетней динамики численности лесных пожаров Республики Марий Эл /

References

1. Mazurkin P.M., Blinova K.S. Aktivnost' Solnca i godichnaja dinamika lesnyh pozharov na osobo ohranjaemoj territorii / P.M. Mazurkin, K.S. Blinova // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2013. – № 1. – S.102-107.
2. Mazurkin P.M., Blinova K.S., Haziev A.V. Asimmetrichnye vejvlet-signaly mnogoletnej dinamiki chislennosti lesnyh pozharov Respubliki Marij Jel / P.M.

П.М. Мазуркин, К.С. Блинова, А.В. Хазиев // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2013. – Т. 16. – № 15. – С.148-151.

3. Мазуркин П.М., Каткова Т.Е. Моделирование многолетней динамики изменения площади лесных пожаров / П.М. Мазуркин, Т.Е. Каткова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2013. – №1 (6). – С.31-37.

4. Мазуркин П.М., Каткова Т.Е. Анализ многолетней динамики удельной площади лесных пожаров / П.М. Мазуркин, Т.Е. Каткова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2013. – №2 (7). – С.37-43.

5. Мазуркин П.М., Каткова Т.Е. Вейвлет-анализ многолетней динамики локальной численности лесных пожаров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10164> (дата обращения: 26.09.2013).

6. Мазуркин П.М., Скорикова Л.А. Динамика температуры горения древесных опилок при испытании сжиганием / П.М. Мазуркин, Т.Е. Каткова // Вестник КНИТУ. – 2011. – № 7. – С.58-61.

7. Мазуркин П.М., Филонов А.С. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учеб. пос. / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.

Mazurkin, K.S. Blinova, A.V. Haziev // Vestnik Kazanskogo tehnol. un-ta. – 2013. – Т. 16. – № 15. – S.148-151.

3. Mazurkin P.M., Katkova T.E. Modelirovanie mnogoletnej dinamiki izmenenija ploshhadi lesnyh pozharov / P.M. Mazurkin, T.E. Katkova // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. – 2013. – №1 (6). – S.31-37.

4. Mazurkin P.M., Katkova T.E. Analiz mnogoletnej dinamiki udel'noj ploshhadi lesnyh pozharov / P.M. Mazurkin, T.E. Katkova // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. – 2013. – №2 (7). – S.37-43.

5. Mazurkin P.M., Katkova T.E. Veyvlet-analiz mnogoletnej dinamiki lokal'noj chislenosti lesnyh pozharov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10164> (data obrashheniya: 26.09.2013).

6. Mazurkin P.M., Skorikova L.A. Dinamika temperatury gorenija drevesnyh opilok pri ispytanii szhiganiem / P.M. Mazurkin, T.E. Katkova // Vestnik KNIU. – 2011. – № 7. – S.58-61.

7. Mazurkin P.M., Filonov A.S. Matematicheskoe modelirovanie. Identifikacija odnofaktornyh statisti-cheskih zakonov: ucheb. pos. / P.M. Mazurkin, A.S. Filonov – Yoshkar-Ola: MarGTU, 2006. – 292 s.

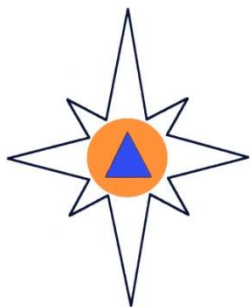
THE ANALYSIS OF FOREST QUARTERS ON THE FREQUENCY OF FIRES

Mazurkin P.M.

Volga State University of Technology;
Ioshkar-Ola, Russia

This fires is given set accept with zero value for those forest quarters on which there was no fire. The method of calculation of frequency of forest fires on forest quarter is shown, coordinates it are constant and recorded in space of the wood and the enterprise territory, and forest quarter has rectangular coordinates on the card. Each forest quarter for the long-term period take for changing by number of forest fires physical object. Distributions on the number of last forest fires on this forest quarter, and also regularity of change of frequency of fires are given.

Keywords: forest quarter, fires, frequency, distributions, regularities.



ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 351.862-027.21

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ТРАКТОВКЕ ПОНЯТИЯ «ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ»

С.А. Андреев

Основываясь на обобщении и анализе законодательных актов, государственных стандартов, научных работ и иных источников исследованы логико-смысловые и этимологические аспекты термина «чрезвычайная ситуация». Акцентируется внимание на том, что на сегодняшний день понятие чрезвычайной ситуации связывается в основном с техногенными и природными (в меньшей степени военными) источниками происхождения, что не вполне обосновано. К тому же одной из основных особенностей и одновременно недостатком абсолютного большинства концептуальных подходов к формализации термина «чрезвычайная ситуация» является понимание чрезвычайной ситуации исключительно как совокупности неких обстоятельств или событий, непосредственно не связанных с действием или бездействием людей. В статье определены наиболее распространенные концептуальные подходы к трактовке понятия чрезвычайной ситуации, показаны недостатки этих подходов, по результатам чего сформулированы предложения по усовершенствованию понятия чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; чрезвычайная ситуация; чрезвычайная ситуация природного характера; чрезвычайная ситуация техногенного характера; социальная чрезвычайная ситуация; гражданская защита; гражданская оборона.

Постановка проблемы. Вопросы защиты населения, территорий, материальных, культурных ценностей и других объектов от аварий, катастроф, стихийных бедствий, террористических актов и других чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) играют все более значимую роль в обеспечении устойчивого развития и национальной безопасности государств, а также в поддержании международной и региональной социально-экономической и общественно-политической стабильности.

Вместе с тем, как показывает отечественная и зарубежная практика, сталкиваясь с масштабными ЧС, системы государственного управления развитых зарубежных государств (не говоря уже о

развивающихся странах), в частности, системы гражданской обороны и обеспечения гражданской защиты, зачастую не справляются с подобными стресс-тестами.

Учитывая тот факт, что предотвращение возникновения ЧС, реагирование на соответствующие ситуации и ликвидация их последствий представляет собой основное содержание и смысл деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления, субъектов хозяйствования, а также граждан в сфере гражданской защиты, исследование концептуальных подходов к трактовке понятия «чрезвычайная ситуация» представляется актуальным как с научной, так и с практической точки зрения.

Анализ последних исследований и публикаций. Государственно-управленческие аспекты в сфере защиты населения, территорий, материальных, культурных ценностей и других объектов от ЧС техногенного, природного и иного происхождения являются предметом исследования многих специалистов, в частности: В. Акимова,

Андреев Сергей Александрович,
кандидат наук государственного управления,
Национальная академия государственного
управления при Президенте Украины,
г. Киев, Украина; e-mail: andreyev.s@mail.ru

Ю. Воробьева, В. Гущина, С. Домбровской, С. Засулько, Л. Жуковой, Н. Клименко, С. Кузниченко, С. Мосова, А. Островерха, В. Петкова, Б. Порфирьева, А. Ромина, В. Садкового, В. Тищенко, А. Труша, А. Филиппенко, М. Фалеева, В. Федоренко, Г. Федулова, Л. Шевченко.

Теоретико-методологические вопросы, связанные с подходами к трактовке понятия «чрезвычайная ситуация», а также к классификации ЧС, содержатся в работах В. Акимова, Ю. Воробьева, В. Гущина, Л. Жуковой, Н. Клименко, Ю. Корнейчука, А. Кострова, С. Кузниченко, Б. Порфирьева, Р. Приходько, А. Ткачева, М. Фалеева, В. Федоренко, Г. Федулова, А. Филиппенко, Л. Шевченко, И. Шпилевого и других отечественных и зарубежных ученых.

Не решенные ранее части общей проблемы. Ознакомление с рядом нормативных и доктринальных источников научной информации, в которых содержится определение термина «чрезвычайная ситуация», позволяет констатировать отсутствие единых подходов в этом вопросе, равно как и в вопросах классификации ЧС, а также определении границ предметной области, именуемой гражданской защитой.

Не вызывает сомнений тот факт, что активно происходящие в мире в последнее время геополитические, социально-экономические, этнокультурные и прочие процессы, существенное ухудшение состояния природно-техногенной сферы, распространение нетрадиционных способов и методов ведения военно-политического противоборства должны обуславливать качественные изменения в государственных системах гражданской обороны и обеспечения гражданской защиты, в том числе активизировать выработку новых, модернизированных концептуальных подходов к пониманию сущности ЧС.

Цель статьи – основываясь на обобщении и анализе законодательных актов, государственных

стандартов, научных работ и иных источников исследовать логико-смысловые и этимологические аспекты термина «чрезвычайная ситуация», определить наиболее распространенные концептуальные подходы к трактовке данного понятия, по результатам чего сформулировать предложения по усовершенствованию используемого в украинском законодательстве понятия ЧС.

Изложение основного материала. В соответствии Кодексом гражданской защиты Украины (далее – Кодекс ГЗ Украины) *гражданская защита* – это функция государства, направленная на защиту населения, территорий, окружающей среды и имущества от *чрезвычайных ситуаций* путем предотвращения таких ситуаций, ликвидации их последствий и оказания помощи пострадавшим в мирное время и в особый период [12, ч. 1 ст. 4].

Таким образом, логически и лингвистически правильное формулирование понятия ЧС, понимание его сущности и корректное толкование является одним из ключевых условий для формирования адекватного представления о предметной области науки и практики, называемой «гражданская защита», определения объема полномочий и границ ответственности субъектов обеспечения гражданской защиты, а также для проведения максимально полной и точной классификации ЧС и выработки эффективных механизмов противодействия им.

Кроме того, закрепление в национальном законодательстве научно и юридически обоснованной формулировки понятия ЧС является важной правовой гарантией обеспечения защиты прав и свобод физических и юридических лиц от соответствующих ситуаций, в том числе возможности требования у субъектов властных полномочий обеспечения надлежащего уровня защищенности от угроз, связанных с рисками или фактами возникновения ЧС.

Наиболее распространённые подходы к формулированию понятия «чрезвычайная ситуация», используемые в нормативных и иных источниках научной информации, приведены в Таблице.

Таблица

Подходы к трактовке понятия «чрезвычайная ситуация»

№ п/п	Источник	Определение понятия ЧС
1.	*Закон Украины «О Гражданской обороне Украины» от 03.02.1993 г. № 2974-ХІІ	«Чрезвычайная ситуация – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпизофитотией, большим пожаром, применением средств поражения, которые привели или могут привести к человеческим и материальным потерям» [21, ст. 1].

2.	<i>*Закон Украины «Об аварийно-спасательных службах» от 14.12.1999 № 1281-XIV</i>	«Чрезвычайная ситуация – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на территории или объекте на ней или на водном объекте, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или другим опасным событием, которое привело (может привести) к гибели людей и/или значительным материальным потерям» [17, ст. 1].
3.	<i>*Закон Украины «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» от 08.06.2000 № 1809-III</i>	«Чрезвычайная ситуация техногенного и природного характера – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на отдельной территории или об 'объекте на ней или на водном объекте, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или другим опасным событием, в том числе эпидемии, эпизоотии, эпифитотией, пожаром, которое привело (может привести) к невозможности проживания населения на территории или объекте, ведения там хозяйственной деятельности, гибели людей и/или значительным материальным потерям» [19, ст.1].
4.	<i>Кодекс ГЗ Украины</i>	«Чрезвычайная ситуация – это обстановка на отдельной территории или субъекте хозяйствования на ней или водном объекте, которая характеризуется нарушением нормальных условий жизнедеятельности населения, вызванная катастрофой, аварией, пожаром, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпифитотией, применением средств поражения или другим опасным событием, которое привело (может привести) к возникновению угрозы жизни или здоровью населения, большого количества погибших и пострадавших, причинению значительных материальных убытков, а также к невозможности проживания населения на такой территории или объекте, осуществлению на ней хозяйственной деятельности» [12, п. 24 ч. 1 ст. 2].
5.	<i>*Постановление Кабинета Министров Украины «О Порядке классификации чрезвычайных ситуаций» от 15.07.1998 № 1099</i>	«Чрезвычайная ситуация (ЧС) – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или другим опасным событием, которое привело (может привести) к гибели людей и/или значительным материальным потерям» [20, п. 1].
6.	<i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. ГСТУ 3891-99. – [Введен в действие с 2000-01-01]. – К.: Госстандарт Украины, 1999. – 21 с. – (Государственный стандарт Украины).</i>	«Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде» [2, с. 2].
7.	<i>* Государственный классификатор Украины. Государственный классификатор чрезвычайных ситуаций. ГК 019 – 2001. – [Введен в действие с 2002-03-01]. – К.: Госстандарт Украины. – 2002. – 16 с.</i>	«...чрезвычайные ситуации определяются как нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпифитотией, большим пожаром, применением средств поражения или другим опасным событием, которые привели к гибели людей и значительным материальным потерям» [6, с. 1].

8.	<p><i>Национальный классификатор. Классификатор чрезвычайных ситуаций. ГК 019: 2010. – [Введен в действие с 2011-01-01]. – К.: Госпотребстандарт Украины. – 2010. – 19 с.</i></p>	<p>«Чрезвычайная ситуация – нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на отдельной территории или объекте на ней или на водном объекте, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием или иным опасным событием, в частности эпидемией, эпизоотией, эпифитотией, пожаром, которое привело (может привести) к возникновению большого количества пострадавших, угрозе жизни и здоровью людей, их гибели, значительным материальным потерям, а также к невозможности проживания населения на территории или объекте, ведения там хозяйственной деятельности» [13, с. 1].</p>
9.	<p><i>Акимов В. А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации : опасности, угрозы, риски / Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 344 с.</i></p>	<p>«Чрезвычайные ситуации – это состояние, при котором в результате негативного воздействия от реализации любой опасности на объекте экономики, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, причиной убытки имуществу населения, экономике и окружающей среде» [1, с. 78].</p>
10.	<p><i>Жукова Л. А. Совершенствование терминологической системы государственного управления в сфере гражданской защиты / Л. А. Жукова // Вестник НАГУ. – 2005. – № 1. – С. 50 – 56.</i></p>	<p>«Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенном объекте или территории, сложившаяся в результате опасного техногенного, социального или природного явления, которые могут вызвать или вызвали человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на объекте или территории» [7, с. 51].</p>
11.	<p><i>Клименко Н. Г. Особенности государственного управления в условиях чрезвычайных ситуаций: теоретический и исторический аспекты: дис ... кандидата наук гос. упр. : 25.00.01 / Клименко Наталья Григорьевна. – К., 2008. – 225 с.</i></p>	<p>«Чрезвычайная ситуация – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием, применением средств поражения, террористическим (диверсионный) актом, действиями антиконституционного направления или другими факторами, которые привели (могут привести) к гибели людей, причинение вреда их здоровью, гибели животных и растений, значительный материальный ущерб и (или) могут нанести вред окружающей среде в мирное время или в особый период (или во время боевых действий). Последнее связано с тем, что НС возникают не только в повседневных условиях» [11, с. 57].</p>
12.	<p><i>Порфирьев Б. Н. Государственное управление в чрезвычайных ситуациях : анализ методологии и проблемы организации / Б. Н. Порфирьев. – М.: Наука, 1991. – 136 с.</i></p>	<p>«Чрезвычайная ситуация – есть внешне неожиданная обстановка, возникшая внезапно и характеризующаяся неопределенностью, остроконфликтностью, стрессовым состоянием населения, значительными социально-экологическими и экономическими потерями (прежде всего человеческими жертвами), необходимостью быстрого реагирования (принятия решений), значительными человеческими, материальными и временными затратами на проведение эвакуационно-спасательных работ, сокращение масштабов и ликвидацию различных последствий (разрушений, пожаров и т.п.)» [16, с. 36].</p>
13.	<p><i>Степанов В. Н. Ресурсно-экологическая безопасность и устойчивое развитие / В. Н. Степанов. – Одесса, 1998. – 264 с.</i></p>	<p>«Чрезвычайная ситуация – ситуация на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью и окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности» [22, с. 89].</p>

14.	<i>Шпилевой И. Н. Государственное регулирование в сфере природно-техногенной безопасности Украины: дис. ... кандидата наук гос. упр. : 25.00.02 / Шпилевой Игорь Николаевич. – К., 2008. – 221 с.</i>	«Чрезвычайная ситуация в общем смысле – это любые изменения сочетания (комбинации) условий и обстоятельств жизнедеятельности общества (потенциальные или фактические), которые приводят к человеческим жертвам, материальным потерям и разрушению окружающей среды» [24, с. 20].
15.	<i>Эколого-социальные и медико-биологические аспекты чрезвычайных ситуаций / [Ершов А. А., Новиков В. Н., Гринин А. С., Черняев С. И.]. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 260 с.</i>	«Чрезвычайные ситуации – это обстоятельства, возникающие в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или факторов социально-политического характера, при которых наблюдаются различные отклонения происходящих явлений и процессов от нормальных, что оказывает негативное влияние на жизнеобеспечение, экономику, социальную сферу и природную среду» [25, с. 7].

Примечание: *нормативно-правовые акты, обозначенные символом «*» на данный момент уже утратили силу, но анализ содержащихся в них определений термина «чрезвычайная ситуация» представляет интерес для достижения цели статьи.*

Дефиниция «чрезвычайная ситуация», используемая в Законе Украины «О Гражданской обороне Украины» от 03.02.1993 г. № 2974-ХІІ по своей сути принципиально ничем не отличается от определения упомянутого термина, закрепленного в действующем на сегодняшний день Кодексе ГЗ Украины, что дает основание констатировать отсутствие за двадцать лет на официальном уровне динамики в этом вопросе.

В абсолютном большинстве отечественных нормативных источников (законах, подзаконных нормативно-правовых актах, государственных стандартах), где употребляется термин «чрезвычайная ситуация», соответствующее понятие трактуется как некая обстановка или событие, характеризующееся нарушением нормальных условий жизнедеятельности людей, вызванное преимущественно, причинами техногенного и природного происхождения (катастрофой, аварией, пожаром, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпифитотией), которое привело (может привести) к возникновению угрозы жизни или здоровью населения, причинению материального ущерба, а также к иным негативным последствиям.

Такой подход, на наш взгляд, весьма ограниченно трактует понятие «чрезвычайная ситуация», связывая возникновение подобных ситуаций исключительно с техногенными и природными (в меньшей степени военными) источниками происхождения, что не вполне обоснованно.

Следует отметить, что еще в 2007 году Клименко Н.Г. в своем диссертационном исследовании акцентировала внимание на несовершенстве упомянутого подхода к трактовке понятия ЧС [11, с. 56-57].

Подобная ситуация объясняется, на наш взгляд, тем обстоятельством, что разработчиками государственных стандартов и законодательных актов в сфере гражданской защиты фактически выступают специалисты системы ГСЧС Украины, в том числе подчиненных ей научно-

исследовательских учреждений, которые используют консервативные подходы при построении терминологической системы в этой области, желая, очевидно, функционально ограничить подведомственную ГСЧС Украины сферу гражданской защиты и сферу юридической ответственности этого центрального органа исполнительной власти исключительно вопросами противодействия ЧС техногенного и природного характера.

В то же время в диссертационных работах, профильных научных статьях, монографиях и других доктринальных источниках по проблематике гражданской защиты семантическое значение термина «чрезвычайная ситуация» справедливо предлагается толковать гораздо шире, не концентрируясь сугубо на природных, техногенных и военных угрозах, опасностях и рисках, способных обусловить возникновение ЧС.

В данном контексте отметим, что в основных специальных законах республик Беларуси, Казахстана, а также Российской Федерации по вопросам защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера [9, ст. 1; 8, п. 66 ст. 1; 23, ст. 1] термин «чрезвычайная ситуация» употребляется в качестве синонима термина «чрезвычайная ситуация техногенного и природного характера».

Анализ определения термина «чрезвычайная ситуация», содержащегося в государственных стандартах Республики Беларусь и Российской Федерации, посвященных терминологии в сфере гражданской защиты, [3, п. 2.1.21; 14, п. 2.1.1.; 15, п. 1], показывает, что понятие ЧС связывается с опасными явлениями техногенного и/или природного происхождения, хотя в то же время в стандартах указывается, что ЧС по характеру источника подразделяются на природные, техногенные, биолого-социальные и военные [там же].

После вступления в силу Кодекса ГЗ Украины в предметную сферу науки и практики, именуемую гражданской защитой, вошли все предусмотренные законодательством виды ЧС (природного и

техногенного характера, а также социальные и военные ЧС).

Весьма примечательно, что, например, в Международных стандартах ISO 22320:2011 «Societal security – Emergency management – Requirements for incident response» («Социальная безопасность. Менеджмент чрезвычайных ситуаций. Требования к реагированию на инциденты»), ISO 22300:2012 «Societal security – Terminology» («Социальная безопасность – Терминология») [26; 27], являющихся на сегодняшний день основными международными стандартами в области социальной безопасности и реагирования на инциденты, значение термина «чрезвычайная ситуация» не раскрывается.

Этот термин, хоть и используется в международных стандартах и в законодательстве зарубежных государств, но его использование носит скорее второстепенный, вспомогательный характер, наряду с такими терминами как «стихийное бедствие», «авария», «катастрофа», «кризис», «событие» (в понимании чрезвычайного происшествия – *прим. авт.*) и другими синонимичными терминами.

Основным же термином в сфере социальной безопасности, то есть в той области науки и практики, которая в развитых зарубежных, в частности европейских, странах включает, в том числе, вопросы менеджмента в условиях угрозы и наступления ЧС, является термин «инцидент», определяемый как «ситуация, которая может произойти, или может привести к сбою, ущербу, чрезвычайной ситуации или кризису» [27, п. 2.1.15].

Необходимо обратить внимание на использованную разработчиками стандарта широкую трактовку термина «инцидент», позволяющую применять его практически в любой сфере общественной деятельности или области государственного управления.

То есть, в отличие от широко распространенного в постсоветских странах, в частности в Украине, подхода к определению понятия ЧС, официальное толкование инцидента не привязывается исключительно к авариям, катастрофам, стихийным бедствиям и иным опасным событиям, вызванным техногенными, природными, военными факторами.

Одной из основных особенностей и одновременно недостатком абсолютного большинства концептуальных подходов к формализации термина «чрезвычайная ситуация», является, на наш взгляд, понимание ЧС исключительно как совокупности неких обстоятельств или событий, непосредственно не связанных с действием или бездействием людей. Тем самым существенно усложняется возможность квалификации в качестве ЧС многих опасных событий различного характера, которые в большинстве случаев прямо или опосредованно связаны с умышленной или неумышленной противоправной

деятельностью (бездействием) конкретных лиц.

Для перечисленных в Таблице подходов к содержанию понятия ЧС также является характерным его толкование как негативной обстановки, сложившейся вследствие возникновения внезапно случившихся, одномоментных (единовременных) и непредвиденных событий, что не позволяет распространить признаки понятия «чрезвычайная ситуация» на продолжающиеся (длящиеся) отрицательные и опасные тенденции и/или процессы в техногенной, природной, социально-экономической, общественно-политической, военной и иных сферах жизнедеятельности человека, общества и государства, которые фактически имеют место.

Например, по данным Госстата Украины, в 1991 году общая численность населения Украины составляла 51944,4 тыс. человек, а размер ВВП на душу населения 3 тыс. карбованцев, что эквивалентно 10031 долларам США (исходя из курса Госбанка СССР в 59,81 руб. за 100 долларов США), в то время как по состоянию на конец 2014 года численность населения Украины – 45426,2 тыс. человек, а размер ВВП на душу населения по состоянию на 2012 год – 30953 гривны, что эквивалентно 3876 долларам США (исходя из официального курса Национального Банка Украины в 799,10 грн. за 100 долларов США) [4; 5] (данные по ВВП приведены по состоянию на 2012 год, поскольку более поздние сведения отсутствуют на официальном сайте Госстата Украины – *прим. авт.*).

Такая катастрофическая динамика соответствующих фундаментальных социально-экономических показателей, по нашему мнению, содержит признаки ЧС социального характера государственного уровня.

Крайне важным моментом при конструировании дефиниции «чрезвычайная ситуация» является, на наш взгляд, необходимость включения в формулировку данного понятия такого аспекта, как легализация ЧС, то есть признание в установленном законом порядке компетентным органом юридического факта ее возникновения. Очевидно, что без соответствующего официального подтверждения само по себе лишь наличие совокупности фактических обстоятельств, свидетельствующих о случившейся ЧС, автоматически не влечет для заинтересованных лиц всей совокупности достаточных правовых последствий (например, возможности получения статуса лица, пострадавшего от ЧС, и использования предусмотренных действующим законодательством и обусловленных этим статусом льгот и компенсаций) и существенно усложняет процесс доказывания указанных обстоятельств.

Опираясь на уже имеющиеся результаты научных исследований понятийно-терминологического аппарата в сфере обеспечения гражданской защиты отечественных и зарубежных специалистов, анализ соответствующих норматив-

но-правовых актов и государственных стандартов по этим вопросам, доктринальных и иных источников, а также учитывая современные прогрессивные тенденции развития государственного управления в упомянутой сфере, представляется целесообразным предложить следующую редакцию понятия ЧС: «Чрезвычайная ситуация – это событие и/или фактическая обстановка, сложившаяся на определенной территории, объекте, затрагивающая жизненно важные интересы физических и/или юридических лиц, общества и государства в целом, в том числе, в техногенной, природной, экономической, политической, военной, социальной, культурной или какой-либо иной сфере (или одновременно в нескольких сферах), вызванная негативным воздействием как единичных, так и длящихся событий и процессов техногенного, природного, экономического, политического, военного и иного характера, а также действием (бездейтельностью) лиц, которая может повлечь или повлекла за собой причинение вреда физическим и/или юридическим лицам, окружающей природной среде, обществу и государству, нарушение условий жизнедеятельности людей и которая должна быть классифицирована и признана в установленном законом порядке в качестве таковой».

Предлагая такую формулировку понятия «чрезвычайная ситуация» сразу же оговоримся, что она носит, скорее, рабочий, проектный характер, хотя бы по той причине, что в данной дефиниции необходимо устранять такую терминологическую проблему как длина понятия.

Совершенно очевидно, что в отличие, например, от получившего распространение в международных стандартах и в зарубежном законодательстве определения термина «инцидент», отличающегося краткостью (но не конкретностью и полнотой – прим. авт.), предложенная трактовка понятия ЧС действительно широка.

Вместе с тем, данная формулировка дефиниции «чрезвычайная ситуация» гораздо более четко, полно и конкретно отражает основные существенные признаки этого специфического явления, с

лингвистической точки зрения она более корректна, нежели используемое сейчас в Кодексе ГЗ, а также в основных специальных законах по вопросам гражданской защиты стран Беларуси, Казахстана, Российской Федерации, понятие ЧС, а потому может быть взято за основу при дальнейшей разработке компетентными специалистами государственных стандартов и законодательных актов по вопросам гражданской защиты.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Несмотря на очевидную важность и острую необходимость повышения эффективности и результативности государственного управления в сфере обеспечения гражданской защиты, унификации законодательства в данной области правоотношений, в частности путем приведения украинского законодательства к международным и европейским стандартам в свете активизации интеграционных процессов, следует констатировать отсутствие на сегодняшний день единых подходов к толкованию термина «чрезвычайная ситуация».

Отсутствие единообразия в данном вопросе негативно отражается и на науке, и на управленческой и правоприменительной практике, поскольку создает проблемы для четкого и ясного определения границ предметной области, именуемой «гражданская защита», а также обуславливает возможность своевольного, предвзятого, оценочного и субъективного толкования государственными органами и должностными лицами (как, впрочем, и любыми другими заинтересованными субъектами – прим. авт.) определенных обстоятельств, действий или событий в качестве ЧС.

Учитывая вышеизложенное, перспективными направлениями дальнейших исследований в области обеспечения гражданской защиты представляются исследования понятийно-терминологического аппарата в этой сфере государственного управления, направленные на формирование более качественной терминологической системы, центральным звеном которой будет выступать научно обоснованное понятие ЧС.

Библиографический список

1. **Акимов В.А.** Природные и техногенные чрезвычайные ситуации : опасности, угрозы, риски / Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. – М. : ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 344 с.
2. **Безпека у надзвичайних ситуаціях.** Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3891-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1999. – 21 с. – (Державний стандарт України).
3. **Государственный стандарт Республики Беларусь «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий»** СТБ 1429-2003 (ГОСТ Р 22.0.02-94) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tnpa.by/ViewFileText.php?UrlRid=9739&UrlOnd=%D1%D2%C1%201429-2003>
4. **Державна служба статистики України /**

References

1. **Akymov V.A.** Pryrodnye y tehnogennye chrezvychnajnye sytuacyy : opasnosty, ugrozy, rysky / Akymov V.A., Novykov V.D., Radaev N.N. – M. : ZAO FYD «Delovoj ekspress», 2001. – 344 s.
2. **Bezpeka u nadzvychajnyh sytuacijah.** Terminy ta vyznachennja osnovnyh ponjat'. DSTU 3891-99. – [Chynnyj vid 2000-01-01]. – K. : Derzhstandart Ukrai'ny, 1999. – 21 s. – (Derzhavnyj standart Ukrai'ny).
3. **Gosudarstvennyj standart Respublyky Belarus' «Bezopasnost' v chrezvychnajnyh sytuacijah. Ternyny y opredelenija osnovnyh ponjatij»** STB 1429-2003 (GOST R 22.0.02-94) [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://www.tnpa.by/ViewFileText.php?UrlRid=9739&UrlOnd=%D1%D2%C1%201429-2003>
4. **Derzhavna sluzhba statystyky Ukrai'ny /**

Населення та міграція / Населення (1990-2014 рр.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ukrstat.gov.ua/>

5. Державна служба статистики України / Економічна статистика / Національні рахунки / Валовий внутрішній продукт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ukrstat.gov.ua/>

6. Державний класифікатор України. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій. ДК 019 – 2001. – [Чинний від 2002-03-01]. – К. : Держстандарт України. – 2002. – 16 с.

7. Жукова Л.А. Удосконалення термінологічної системи державного управління у сфері цивільного захисту / Л. А. Жукова // Вісник НАДУ. – 2005. – № 1. – С. 50 – 56.

8. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11.04.2014 № 188-V ЗРК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pavlodar.com/zakon/?all=all&dok=0558>

9. Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 05.05.1998 № 141-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pravoby.info/docum09/part30/akt30020.htm>

10. Інформаційна довідка про НС, які сталися на території України протягом 9 місяців 2014 року [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mns.gov.ua/opinfo/7710.html>

11. Клименко Н. Г. Особливості державного управління в умовах надзвичайних ситуацій : теоретичний та історичний аспекти : дис... кандидата наук з держ. упр. : 25.00.01 / Клименко Наталья Григорівна. – К., 2008. – 225 с.

12. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI // Офіційний вісник України. – 2012. – № 89. – Ст. 3589.

13. Національний класифікатор. Класифікатор надзвичайних ситуацій. ДК 019:2010. – [чинний від 2011-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України. – 2010. – 19 с.

14. Национальный стандарт Российской Федерации «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности. Термины и определения» ГОСТ Р 22.3.08-2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://protect.gost.ru>

15. Национальный стандарт Российской Федерации «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения» ГОСТ Р 55059-2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://protect.gost.ru>

16. Порфирьев Б.Н. Государственное управление в чрезвычайных ситуациях : анализ методологии и проблемы организации / Б. Н. Порфирьев. – М. : Наука, 1991. – 136 с.

17. Про аварійно-рятувальні служби : Закон України від 14.12.1999 № 1281-XIV // Офіційний вісник України. – 2000. – № 1. – Ст. 1.

18. Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру : постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 № 1198 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 31. – Ст. 1175.

19. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : Закон України від 08.06.2000 № 1809-III // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 40. – Ст. 337.

Naselelnnja ta migracija / Naselelnnja (1990-2014 rr.) [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://ukrstat.gov.ua/>

5. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrai'ny / Ekonomichna statystyka / Nacional'ni rahunky / Valovyy vnutrishnij produkt [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://ukrstat.gov.ua/>

6. Derzhavnyj klasyfikator Ukrai'ny. Derzhavnyj klasyfikator nadzvychajnyh situacij. DK 019 – 2001. – [Chynnyj vid 2002-03-01]. – K. : Derzhstandart Ukrai'ny. – 2002. – 16 s.

7. Zhukova L. A. Udoskonalennja terminologichnoi' systemy derzhavnogo upravlinnja u sferi cyvil'nogo zahystu / L. A. Zhukova // Visnyk NADU. – 2005. – № 1. – S. 50 – 56.

8. Zakon Respublyky Kazahstan «O grazhdanskoj zashhyte» ot 11.04.2014 № 188-V ZRK [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://www.pavlodar.com/zakon/?all=all&dok=0558>

9. Zakon Respublyky Belarus' «O zashhyte naselenija y terrytorij ot chrezvychajnyh situacij pryrodnogo y tehnogennogo haraktera» ot 05.05.1998 № 141-3 [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://www.pravoby.info/docum09/part30/akt30020.htm>

10. Informacijna dovidka pro NS, jaki stalysja na terytorii' Ukrai'ny protjagom 9 misjaciw 2014 roku [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://www.mns.gov.ua/opinfo/7710.html>

11. Klymenko N. G. Osoblyvosti derzhavnogo upravlinnja v umovah nadzvychajnyh situacij : teoretynnyj ta istorychnyj aspekty : dys... kandydata nauk z derzh. upr. : 25.00.01 / Klymenko Natalja Grygorivna. – K., 2008. – 225 s.

12. Kodeks cyvil'nogo zahystu Ukrai'ny vid 02.10.2012 № 5403-VI // Oficijnyj visnyk Ukrai'ny. – 2012. – № 89. – St. 3589.

13. Nacional'nyj klasyfikator. Klasyfikator nadzvychajnyh situacij. DK 019:2010. – [chynnyj vid 2011-01-01]. – K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. – 2010. – 19 s.

14. Nacyonal'nyj standart Rossyjskoj Federacyy «Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Kul'tura bezopasnosti zhyznedejatel'nosti. Termyny y opredelenija» GOST R 22.3.08-2014 [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://protect.gost.ru>

15. Nacyonal'nyj standart Rossyjskoj Federacyy «Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Menedzhment ryska chrezvychajnoj situacyy. Termyny y opredelenija» GOST R 55059-2012 [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupa : <http://protect.gost.ru>

16. Porfy'ev B.N. Gosudarstvennoe upravlenye v chrezvychajnyh situacijah : analiz metodology y problemy organyzyacy / B. N. Porfy'ev. – M. : Nauka, 1991. – 136 s.

17. Pro avarijno-rjatuval'ni sluzhby : Zakon Ukrai'ny vid 14.12.1999 № 1281-HIV // Oficijnyj visnyk Ukrai'ny. – 2000. – № 1. – St. 1.

18. Pro jedynu derzhavnu systemu zapobigannja i reaguvannja na nadzvychajni situacii' tehnogennogo ta pryrodnogo harakteru : postanova Kabinetu Ministriv Ukrai'ny vid 03.08.1998 № 1198 // Oficijnyj visnyk Ukrai'ny. – 1998. – № 31. – St. 1175.

19. Pro zahyst naselennja i terytorij vid nadzvychajnyh situacij tehnogennogo ta pryrodnogo harakteru : Zakon Ukrai'ny vid 08.06.2000 № 1809-III // Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrai'ny. – 2000. – № 40. – St.

20. **Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій** : постанова Кабінету Міністрів України від 15.07.1998 № 1099 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 28. – Ст. 1062.

21. **Про Цивільну оборону України** : Закон України від 03.02.1993 № 2974-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 14. – Ст. 124.

22. **Степанов В. Н.** Ресурсно-экологическая безопасность и устойчивое развитие / В. Н. Степанов. – Одесса, 1998. – 264 с.

23. **Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»** от 21.12.1994 № 68-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://base.garant.ru/10107960/1/#block_1111#ixzz3OeGBqUJh

24. **Шпильовий І. М.** Державне регулювання у сфері природно-техногенної безпеки України : дис. ... кандидата наук з держ. упр. : 25.00.02 / Шпильовий Ігор Миколайович. – К., 2008. – 221 с.

25. Эколого-социальные и медико-биологические аспекты чрезвычайных ситуаций / [Ершов А. А., Новиков В. Н., Гринин А. С., Черняев С. И.]. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 260 с.

26. **International Standard ISO 22320:2011** (en) «Societal security – Emergency management – Requirements for incident response» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22320:ed-1:v1:en>

27. **International Standard ISO 22300:2012** (en) «Societal security – Terminology» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22300:ed-1:v1:en>

337.

20. **Pro porjadok klasyfikacii' nadzvychajnyh sytuacij** : postanova Kabinetu Ministriv Ukrai'ny vid 15.07.1998 № 1099 // Oficijnyj visnyk Ukrai'ny. – 1998. – № 28. – St. 1062.

21. **Pro Cyvil'nu oboronu Ukrai'ny** : Zakon Ukrai'ny vid 03.02.1993 № 2974-XII // Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrai'ny. – 1993. – № 14. – St. 124.

22. **Stepanov V. N.** Resursno-ekologicheskaja bezopasnost' y ustojchivoe razvytye / V. N. Stepanov. – Odessa, 1998. – 264 s.

23. **Federal'nyj zakon «O zashhyte naselenija y terrytorij ot chrezvychajnyh situacij pryrodnogo y tehnogennoho haraktera»** ot 21.12.1994 № 68-FZ [Электронный ресурс]. – Rezhym dostupa : http://base.garant.ru/10107960/1/#block_1111#ixzz3OeGBqUJh

24. **Shpyl'ovyj I. M.** Derzhavne reguljuvannja u sferi pryrodno-tehnogennoi' bezpeky Ukrai'ny : dys. ... kandydata nauk z derzh. upr. : 25.00.02 / Shpyl'ovyj Igor Mykolajovyč. – К., 2008. – 221 s.

25. **Эколого-социальные и медико-биологические аспекты чрезвычайных ситуаций** / [Ershov A. A., Novikov V. N., Grynyn A. S., Chernjaev S. Y.]. – Kaluga: Yzd-vo N. Bochkarevoj, 2001. – 260 s.

26. **International Standard ISO 22320:2011** (en) «Societal security – Emergency management – Requirements for incident response» [Электронный ресурс]. – Rezhym dostupa : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22320:ed-1:v1:en>

27. **International Standard ISO 22300:2012** (en) «Societal security – Terminology» [Электронный ресурс]. – Rezhym dostupa : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22300:ed-1:v1:en>

CONCEPTUAL APPROACHES TO THE INTERPRETATION OF THE CONCEPT «EMERGENCY SITUATION»

Andreev S.A.,

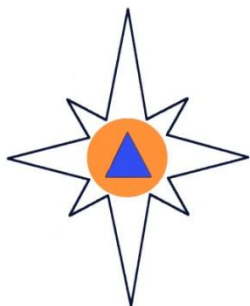
PhD in Public Administration,

National Academy for Public Administration under the President of Ukraine,

Kyiv, Ukraine.

The article is investigated logical, semantic and etymological aspects of the concept «emergency situation» based on the synthesis and analysis of legislative acts, state standards, scientific researches and other sources. A particular focus is on the fact that, currently, the concept of «emergency situation» is associated mainly with man-caused and natural (less the military) sources of origin, that is not fully justified. In addition, one of the main peculiarities and, at the same time, the disadvantage of absolute majority of conceptual approaches to the formalization of the concept «emergency situation» is the understanding of emergency situation only as a set of certain circumstances or events that are not directly related to the action or inaction of people. The article is identified the most common conceptual approaches to the interpretation of the concept «emergency situation», are shown the disadvantages of these approaches, which was resulted in representation of the proposals for improvement the concept of «emergency situation».

Keywords: protection of population and territories from emergency situations; emergency situation; natural emergency situation; man-caused emergency situation; social emergency situation; civil protection; civil defense.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

УДК: 371.27

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ

А.С. Черткова, А.И. Ситников

Определено качество тестовых материалов, используемых при проверке знаний курсантов ВИ МВД России по экологии. При помощи бинарной матрицы оценено качество разработанных тестов в первом приближении. Затем для более глубокого анализа использовался критерий Пирсона. После построения дихотомической матрицы результатов тестирования и проведения необходимых процедур статистической обработки результатов были вычислены показатели связи тестовых заданий между собой и с индивидуальным баллом испытуемых.

Ключевые слова: тест, коэффициент корреляции Пирсона, точечный бисериальный коэффициент корреляции, корреляционная матрица.

Введение. В процессе контроля учебно-познавательной деятельности важным условием оптимизации учебного процесса является систематическое получение объективной информации о ходе усвоения знаний курсантами.

Основополагающей в системе контроля качества подготовки специалистов в вузе является проверка остаточных знаний как еще одна подсистема в общей системе контроля знаний.

В настоящее время одновременно с традиционной системой оценки результатов обучения стала широко использоваться новая эффективная система, основанная на использовании тестовых технологий.

Для выяснения, насколько глубоко обучаемый усвоил материал и в какой мере у него развито аналитическое мышление, может применяться тестирование [1].

Основным элементом любого теста является вариант задания. Измерительные характеристики заданий можно оценить на основе статистических методов анализа результатов тестирования.

Черткова Анастасия Сергеевна,
Воронежский институт МВД России; Россия, г. Воронеж.
Ситников Александр Иванович, канд. техн. наук,
доцент, Воронежский институт МВД России;
Россия, г. Воронеж. e-mail: sitnikov_74@list.ru

В данной работе предполагается определить качество отдельных заданий тестирования, используемых при проверке остаточных знаний курсантов по экологии. Апробационное тестирование было проведено в четырех группах курсантов. Всего в тестировании участвовало 43 испытуемых.

1. Статистическая обработка при помощи бинарной матрицы. Статистическая обработка начинается с формирования матрицы с результатами тестирования, которая должна быть упорядочена по строкам (по убыванию тестового балла) и по столбцам (по возрастанию трудности задания). В нашем случае была построена бинарная матрица, в которой единице соответствует верный ответ, нулю – неверный ответ [2].

Для дальнейшего анализа матрица дополняется следующими значениями:

- Y_i – индивидуальный балл i -го испытуемого;
- R_j и p_j – количество и доля верных ответов на j -ое задание;
- W_j и q_j – количество и доля неверных ответов на j -ое задание.

Рассмотрим подробнее каждый из этих параметров.

$$Y_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} \quad (1)$$

Например, для пятого испытуемого ($i=5$) индивидуальный тестовый балл равен (в нашем случае $m=43$):

$$Y_5 = \sum_{j=1}^{43} a_{5j} = a_{51} + a_{52} + a_{53} + \dots + a_{543} = 29$$
$$R_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (2)$$

$$W_i = n - R_i \quad (3)$$

Например, для второго задания количество верных и неверных ответов, соответственно:

$$R_2 = \sum_{i=1}^{43} a_{i2} = a_{12} + a_{22} + a_{32} + \dots + a_{422} + a_{432} = 20$$
$$W_2 = 43 - R_2 = 43 - 19 = 23$$

В нашем случае количество заданий m и количество тестируемых курсантов n совпало и равно 43.

$$p_j = \frac{R_j}{n} \quad (4)$$
$$q_j = 1 - p_j \quad (5)$$

Для второго задания доля верных и неверных ответов, соответственно:

$$p_2 = \frac{R_2}{43} = \frac{20}{43} = 0.465$$
$$q_2 = 1 - p_2 = 1 - 0.442 = 0.535$$

Матрица результатов тестирования дополнена значениями, рассчитанными по вышеуказанным формулам, и упорядочена по строкам и по столбцам – по убыванию тестового балла испытуемых и по возрастанию трудности задания, соответственно.

Бинарная матрица (рис.1) имеет характерную особенность – почти все нули и единицы распределены относительно диагонали, идущей из левого нижнего угла в правый верхний. Для наглядности ячейки с нулевыми значениями выделены другим цветом.

Согласно Гуттману это разграничение должно быть идеальным. Если испытуемый справился с трудным заданием, то он тем более должен ответить на более легкие задания. Это должно приводить к строгому разграничению единиц и нулей диагональю матрицы [3]. В действительности же это не совсем так. Причиной расхождений может являться как нарушение процедуры тестирования, так и недочеты в содержании самих тестовых заданий [4].

Рис.1. Редуцированная бинарная матрица

Рассчитав доли верных и неверных ответов можно найти вариацию (дисперсию) результатов по j -му заданию:

$$S_j^2 = p_j \cdot q_j \quad (6)$$

Этот параметр позволяет определить задания с наилучшими дифференцирующими характеристиками. Например, в нашем случае тридцать восьмое задание имеет наименьшую вариацию 0,084, что свидетельствует о его низкой дифференцирующей способности. Если данный тест использовать как нормативно-ориентированный, то задания с низкой вариацией надо исключить, так как они не позволяют ранжировать испытуемых по уровню их подготовленности. В случае же критериально-ориентированного теста эти же задания позволят определить степень усвоения испытуемыми учебного материала.

На рис. 2 представлена зависимость дисперсии (вариации) от трудности задания, построенная на основе дихотомической матрицы, которую мы получили в результате апробации теста. Если с заданием никто не справился или ответили все, то это задание не может дифференцировать испытуемых. Наибольшей дифференцирующей способностью обладают задания со средним уровнем трудности.

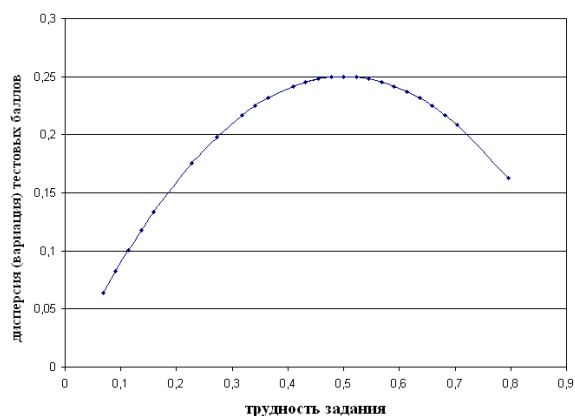


Рис.2. Зависимость дисперсии (вариации) тестовых баллов от трудности задания.

Еще одним важным параметром, позволяющим дифференцировать тестируемых, является дисперсия индивидуальных баллов:

$$S_y^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (7)$$

Так как построение матрицы и все расчеты проводились с помощью программы Microsoft Excel, то для нахождения дисперсии воспользовались возможностями данной программы, а именно статистической функцией «ДИСП», указав при запросе столбец с индивидуальными баллами.

В нашем случае дисперсия индивидуальных баллов равна 32. Для дальнейшего анализа необходимо найти стандартное отклонение

$$S_y = \sqrt{S_y^2} \quad (8)$$

$$S_y = \sqrt{32} = 5.65$$

В.И. Звонников и М.Б. Челышкова [5] считают, что дисперсию можно считать оптимальной (распределение индивидуальных баллов близким к нормальному), если среднее арифметическое примерно равно утроенному стандартному отклонению:

$$\bar{Y} \approx 3S_y \quad (9)$$

В.С. Ким [3] в качестве оценки распределения тестовых баллов рекомендует использовать следующее соотношение:

$$\bar{Y} - 3S_y \leq Y \leq \bar{Y} + 3S_y \quad (10)$$

Что касается первого выражения, то в нашем случае $22.3 \approx 3 \cdot 5.65 = 17$. Это позволяет сделать вывод о распределении индивидуальных баллов, близком к нормальному. Второе соотношение это подтверждает, так как все значения индивидуальных баллов укладываются в этот интервал:

$$22.3 - 17 \leq Y \leq 22.3 + 17$$

Проведя данное исследование, мы оценили качество разработанного теста, как говорится, в первом приближении.

2. Анализ тестовых заданий с помощью корреляционной матрицы. Для более глубокого анализа необходимо получить более строгие доказательства, например, используя критерий Пирсона. После построения дихотомической матрицы результатов тестирования и проведения необходимых процедур статистической обработки результатов, для дальнейшего анализа необходимо вычислить показатели связи тестовых заданий между собой и с индивидуальным баллом испытуемых.

Для того чтобы включить задание в тест, то есть в систему, необходимо проверить его коррелируемость с другими заданиями. Используя данные из бинарной матрицы, проводится расчет коэффициента корреляции Пирсона для каждой пары заданий и строится корреляционная матрица. Для этого воспользуемся возможностями программы Microsoft Excel, а именно статистической функцией «ПИРСОН», указав при запросе столбцы с соответствующими номерами заданий. В результате расчетов получили матрицу размерности 43×43 (по количеству заданий).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	руб		
1	1	0,21	-0,118	0,12	0,04	-0,3	0,24	0,15	-0,1	-0,3	0,24	-0,1	0	0,2	0,08	0,24	0,19	0,3	0,08	0,19	0,21	0,09	-0,1	0,04	0,12	0,04	-0,15	0,18	-0,1	-0,2	0,19	0,01	0,2	0,31	-0	0,12	0,14	-0	0	0,24	-0,2	0,238	0,05			
2	0,2	1	0,4	0,106	0,21	0	0,04	0,34	0	0,16	-0,2	0,1	-0	0,26	0,03	-0,1	0,09	0,35	0,03	0,2	0,19	-0	0,18	0,11	0,16	0,04	0,02	-0,02	0,02	-0,1	0,15	-0	0,21	0,01	-0,1	0,33	0,28	0,29	-0,1	0	0,48	-0,1	0,15	0,333		
3	-0,1	-0,4	1	0,337	0,36	-0,1	0,1	0,33	0,15	0,03	0,1	0,03	-0,1	0,04	0,26	0,31	0,16	0,32	0,15	0,16	0,23	0,02	0,12	0,12	0,39	0,17	-0	0,14	-0,1	0,11	0,32	-0	0,36	0,22	-0,1	0,31	0,34	0,22	0,1	-0,1	0,17	-0	0,13	0,442		
4	0,1	-0,1	0,36	1	0,24	0,15	0,18	0,39	0,49	0,38	0,24	0,08	0,05	0,12	0,4	0,19	0,47	0,62	0,3	-0,1	0,5	0,21	0,19	0,45	0,49	0,24	0,14	0,336	0,08	0,12	0,3	0,4	0,45	0,23	-0,2	0,43	0,4	0,36	0,44	-0,2	0	0,12	-0,1	0,69		
5	0,1	0,2	0,4	0,338	1	0,15	-0	0,55	0,15	0,04	0,04	0,08	0,26	0	0,3	0,08	0,21	0,41	0,1	0,18	0,19	0,08	0,19	0,01	0,27	0	0,24	0,095	0,18	-0,1	0,3	-0	0,45	0,43	-0	0,19	0,19	0,36	0,54	-0	0,12	-0,1	0,15	0,504		
6	0	-0	-0,1	0,16	0,16	1	-0	-0,1	0,01	0,13	0,07	0,29	0,09	0,18	0,12	-0,1	-0,1	-0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,01	
7	-0,3	0	0,1	0,18	0	-0	1	0,06	0,04	0,27	-0,1	0,1	0,24	0,27	-0,1	0,01	-0,1	0,21	0,27	-0,2	0,08	0,16	0,18	0,18	0,16	0,15	0,12	0,137	0,07	-0,2	0,33	0,38	0,07	0,03	-0	0,19	0,18	0,22	0,01	-0	0,27	-0	0,1	0,257		
8	0,2	0,3	0,3	0,39	0,6	-0,1	0,06	1	0,1	0,1	-0,1	0,13	0,19	0,2	0,39	-0	0,39	0,52	0,39	0,18	0,43	0,39	0,45	0,08	0,42	0,03	0,06	-0,08	0,18	-0	0,21	0,13	0,55	0,29	0,1	0,45	0,45	0,49	0,21	-0,2	-0,2	-0,1	0,01	0,801		
9	0,2	-0	-0,1	0,49	0,2	0	0	0,1	1	0,21	0,19	0,06	-0,1	-0	0,46	0,47	0,57	0,45	0,04	-0,1	0,45	0,37	-0,1	0,27	0,42	-0	-0	0,2	0,55	0,03	0,08	0,12	0,16	0,15	0,08	-0,1	0,23	0,24	0,15	0,02	0,1	0,27	0,21	0,499		
10	-0,1	0,2	0	0,38	0	0,1	0,3	0,1	0,31	1	-0,1	0,06	-0,1	0,1	0,25	-0	0,24	0,56	0,15	0,14	0,35	0,24	0,13	0,49	0,42	0,1	0,3	0,55	0,03	-0	0,01	0,26	0,15	-0,1	-0,1	0,11	0,24	0,03	0,4	-0,1	0,24	0,03	0,11	0,443		
11	-0,3	-0,2	0,1	0,24	0	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	1	-0,2	-0,1	-0,1	0,16	0,25	0,23	0,08	-0	-0	0,12	0,23	-0,1	-0,1	0,19	-0	-0	0,26	0,216	0,07	0,35	-0	0,02	0,14	-0	-0,1	0,15	0,12	0,1	0,16	-0	-0,3	-0	0,1	0,169
12	0,2	0,1	0	0,08	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	1	0,11	0,32	0,19	-0,1	-0	0,1	0,24	0,26	0,14	-0	-0,2	0,08	0,06	-0,2	0,08	-0,26	-0	-0,1	-0,1	0,17	-0,1	-0,1	0,19	0,05	0,14	0,03	0,08	0,04	0,14	0,2	-0	0,206		
13	-0,1	-0,1	-0,1	0,05	0,3	0,1	0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,11	1	0,17	0,3	0,13	-0,2	0,01	0,1	-0	0,11	0,03	0,11	0,16	0,09	0,17	0,13	0,07	0,16	-0	0,33	0,06	0,16	0,49	0,2	0,24	0,21	0,29	0,03	-0,2	-0,17	-0,2	-0,1	0,283		
14	0	0,3	0	0,12	0	0,2	0,3	0,2	-0	0,1	-0,1	0,3	0,17	1	0,07	-0,2	-0,2	0,03	0,07	0,06	-0	-0	-0,24	0,1	0,09	0,1	-0,14	0,06	-0,3	0,03	0,15	0,12	0,12	0,07	0,07	0,22	0,17	-0,2	0,06	0,09	-0,2	-0,1	0,178			
15	0,2	0	0,3	0,4	0,3	0,1	-0,1	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,07	1	0,42	0,51	0,45	0,25	0,36	0,68	0,39	0,01	0,1	0,56	-0,1	0,44	0,237	0,17	0,18	0,05	0,04	0,3	0,28	0,07	0,42	0,29	0,37	0,35	-0,1	0,18	0,26	0,04	0,885		
16	0,1	-0,1	0,3	0,19	0,1	-0,1	0	-0	0,5	-0	0,3	-0,1	0,1	-0,2	0,42	1	0,27	0,16	0,31	0,2	0,51	0,13	-0	0,19	0,23	0,07	0,25	0,377	-0,1	0,15	0,28	0,12	0,08	0,04	0,09	0,14	0,29	0,18	0,25	-0,1	0,07	0,18	0,28	0,424		
17	0,3	0,1	0,2	0,47	0,2	-0,1	-0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	-0	-0,2	-0,2	0,5	0,27	1	0,26	0,39	0,18	0,59	0,54	0,22	-0,1	0,5	-0,2	0,23	0,178	0,18	0,02	0,03	0,37	0,24	0,02	0,03	0,4	0,22	0,3	0,47	-0,2	0,12	0,3	-0,1	0,57		
18	0,2	0,3	0,3	0,62	0,4	-0	0,2	0,5	0,5	0,8	0,1	0,1	-0	0	0,4	0,2	0,86	1	0,55	0,22	0,53	0,43	0,23	0,3	0,67	0,05	0,28	0,318	0,22	0,05	0,26	0,23	0,41	0,16	-0,1	0,39	0,45	0,32	0,48	-0,2	0,38	0,09	0,09	0,78		
19	0,3	0	0,1	0,3	0,1	-0,1	0,3	0,4	0	0,1	-0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,35	1	0,27	0,58	0,27	0,1	-0	0,25	0,07	0,07	0,015	-0,1	-0	0,05	0,43	0,2	-0,1	0,16	0,31	0,1	0,15	0,16	-0,2	0,07	0,37	-0,2	0,451		
20	0,1	0,2	0,2	-0,13	0,2	-0,1	-0,2	0,2	-0,1	0,1	-0	0,3	-0	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,27	1	0,24	0,06	0,05	-0	0,03	-0,2	0,35	-0,03	0,15	0,05	-0,1	-0,3	0,08	-0,1	0,08	-0	0,24	0,16	0,16	-0,2	0,18	0,16	0,1	0,254		
21	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	-0,1	0,1	0,4	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	-0	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,24	1	0,35	0,12	0,3	0,56	-0,1	0,41	0,273	0,05	0,17	0,25	0,23	0,4	0,07	0,01	0,51	0,42	0,34	0,22	-0,1	0,22	0,34	0,01	0,742		
22	-0,2	-0	-0	0,21	-0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	-0	-0	-0,4	0,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,36	1	0,22	-0,1	0,5	-0,3	0,35	0,178	0,31	0,14	0,05	0,12	0,21	0,02	0,27	0,27	0,1	0,3	0,55	-0,2	0,12	0,3	-0,1	0,481				
23	0,1	0,2	0,1	0,19	0,2	-0,1	0,2	0,4	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	-0	0	-0	0,2	0,4	0,1	0,1	0,22	1	0,09	0,24	0,22	-0,1	0,047	0,05	-0,1	0,15	-0,1	0,4	0,07	-0,1	0,29	0,42	0,37	0,22	-0,2	0,11	-0,1	0,01	0,338				
24	-0,1	0,1	0,1	0,45	0	-0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	-0,1	0,3	-0	-0,3	-0,1	0,09	1	0,27	0,12	0,24	0,336	-0	0,01	0,3	0,34	0,22	-0,1	0,19	0,5	0,12	0,24	-0,2	0	-0	0,115	0,408				
25	0	0,2	0,4	0,49	0,3	-0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,6	0,2	0,5	0,7	0,3	0	0,6	0,5	0,2	0,27	1	-0,1	0,3	0,109	0,03	0,08	0,23	0,26	0,27	0,08	0,4	0,47	0,35	0,39	0,4	0,02	0,34	0,27	0,11	0,703			
26	0,1	0	0,2	0,24	0	0,1	0,1	0	-0	0,3	-0,2	0,2	0,1	-0,1	0,1	-0,2	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	1	-0,3	0,12	-0,2	-0,3	0,15	0,15	0	0,23	-0,2	-0,3	0,15	0,15	0,15	0,04	-0,1	-0,2	0,09	-0,2	-0,2	0,028					
27	0	-0	-0,14	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3	-0,1	0,2	0,3	-0,3	1	0,216	0,44	-0	0,08	0,11	0,24	-0	-0	0,04	0,21	0,52	0,44	-0	0,12	0,52	0,3	0,508			
28	-0,1	-0,1	0,1	0,34	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,4	0,4	0,2	-0,3	0,1	-0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0	-0	0,3	0,2	0	0,3	0,1	0,1	0,22	1	0,2	0,18	0,33	0,17	0,34	0,18	-0,2	0,12	0,27	0,14	0,22	-0,5	0,12	-0,1	0,19	0,57		
29	0,2	0	-0,1	0,08	0,2	0,1	0,1	0,2	0	0	0,1	-0,2	0,1	0,2	-0,1	0,2	-0,2	0,1																												

Библиографический список

1. Берлёв С.В. Организация рубежного контроля усвоения знаний по дисциплине «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств» / С.В. Берлёв // Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам всерос. науч.-практ. конф. ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2012. – С. 305-306.
2. Ситников А.И., Черткова А.С., Бутов В.В. Место экологии в подготовке специалистов в Воронежском институте МВД России / А.И. Ситников, А.С. Черткова, В.В. Бутов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. / ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2014. – С. 230-233.
3. Ким В.С. Тестирование учебных достижений / В.С. Ким. – Монография. – Уссурийск: Издательство УГПИ, 2007. – 214 с.
4. Ситников А.И., Черткова А.С., Бутов В.В. Применение бинарных матриц при статистической обработке результатов тестирования / А.И. Ситников, А.С. Черткова, В.В. Бутов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сб. ст. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х ч. Ч. 2 / ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2014. – С. 171-173.
5. Звонников В.И., Чельшкова М.Б. Современные средства оценивания результатов обучения / В.И. Звонников. – М: Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с.

References

1. Berl'ov S.V. Organizacija rubezhnogo kontrolja usvoenija znanij po discipline «Jelektroprebrazovatel'nye ustrojstva radiojelektronnyh sredstv» / S.V. Berl'ov // Problemy bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij: sb. st. po materialam vseros. nauch.-prakt. konf. FGBOU VPO Voronezhskij institut GPS MChS Rossii. – Voronezh, 2012. – S. 305-306.
2. Sitnikov A.I., Chertkova A.S., Butov V.V. Mesto jeko-logii v podgotovke specialistov v Voronezhskom institute MVD Rossii / A.I. Sitnikov, A.S. Chertkova, V.V. Butov // Sovremennye tehnologii obespechenija grazhdanskoj oborony i likvidacii po-sledstvij chrezvychajnyh situacij: sb. st. po materialam vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uch. / FGBOU VPO Voronezhskij institut GPS MChS Rossii. – Voronezh, 2014. – S. 230-233.
3. Kim V.S. Testirovanie uchebnyh dostizhenij / V.S. Kim. – Monografija. – Ussurijsk: Izdatel'stvo UGPI, 2007. – 214 s.
4. Sitnikov A.I., Chertkova A.S., Butov V.V. Primenenie binarnyh matric pri statisticheskoj obrabotke rezul'tatov testirovanija / A.I. Sitnikov, A.S. Chertkova, V.V. Butov // Pozhar-naja bezopasnost': problemy i perspektivy: sb. st. po materialam V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v 2-h ch. Ch. 2 / FGBOU VPO Voronezhskij institut GPS MChS Rossii. – Voronezh, 2014. – S. 171-173.
5. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. Sovremennye sred-stva ocenivanija rezul'tatov obuchenija / V.I. Zvonnikov. – M: Izda-tel'skij centr «Akademija», 2007. – 224 s.

**ANALYSIS OF THE QUALITY OF TEST MATERIALS WHICH USED
IN THE CADET'S PROCESS OF TRAINING**

Chertkova A.S.,

Lecturer, Voronezh Institute of the Ministry
of the Interior of the Russian Federation;
Russia, Voronezh.

Sitnikov A.I.,

Phd in Engineering, Assoc. Prof, Voronezh Institute of the Ministry
of the Interior of the Russian Federation;
Russia, Voronezh
e-mail: sitnikov_74@list.ru

The quality of the test materials which are used in the knowledge check of VIMVD's cadets for ecology was defined. Then, for a deeper analysis Pearson criterion was used. After building a dichotomous matrix of test results and the necessary procedures of statistical processing of the results, the index of connection of tasks between themselves and with the individual scores of the testees were calculated.

Keywords: test, Pearson's correlation coefficient, point biserial correlation coefficient, correlation matrix.



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 614.8.084

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ «СИСТЕМЫ-112» В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Е.Н. Борзенкова

В статье дана общая характеристика возможностей «Системы -112», действующей на территории стран Европейского союза, предоставлена информация о номерах оперативных спецслужб, которые функционируют наряду с номером «112». Проведен сравнительный анализ временного показателя ответа оператора в различных странах ЕС.

Ключевые слова: «Система-112», оперативные спецслужбы, временной показатель.

Номер «112» является общедоступным и бесплатным номером на всей территории Евросоюза, дозвониться на который возможно как со стационарного телефона, так и с мобильного. Оператор, отвечающий на звонок, может либо самостоятельно решить проблему, с которой обращается абонент, либо переадресовать вызов на соответствующую конкретному случаю службы. Во многих европейских странах операторы могут отвечать не только на «родном» языке, но и на 140 различных языках, используя помощь переводчиков. Если позвонивший не может указать адреса, где он находится, то возможности «Системы-112» позволяют определить его местоположение. На данном этапе развития технологий невозможно говорить об 100% определении точности местоположения. Современные технологии позиционирования позволяют определить его с точностью до 50 м. В большинстве стран ЕС наряду с номером «112» действуют и внутренние номера вызова оперативных спецслужб [1, 2]. Тем не менее Дания, Финляндия, Нидерланды, Португалия, Швеция, Мальта и Румыния сделали выбор в пользу «112» в качестве основного национального номера. В большинстве европейских стран ложный вызов «112» является уголовным преступлением. Сложившаяся на данном этапе «Система-112» в силу уникальных

экономических, исторических, политических и технологических особенностей того или иного государства, на территории которых она функционирует, имеет как общие так и индивидуальные черты. Рассмотрим их на конкретных примерах стран ЕС.

«Система-112» в Австрии. Помимо единого номера «112» австрийцы используют еще 8 номеров экстренных служб: «122» – пожарная охрана, «128» – газовая служба, «133» – полиция, «140» – горные спасатели, «141» – медицинская помощь, «142» – телефонные консультации, «144» – спасательные структуры и неотложная скорая помощь, «147» – службы помощи для детей и молодежи. Для людей с ограниченными физическими возможностями существуют отдельные номера. Вызвать службу спасения оказывается возможным посредством sms-сообщения и по факсу. Номер «112» доступен с мобильного телефона даже без sim-карты. Оператор «112» должен ответить в течение 10 секунд. Основной язык немецкий, но в крупных городах и туристических зонах используют и английский. Оператор «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 10 минут. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 52% австрийцев знают, что могут использовать номер «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Бельгии. Наряду с данным номером бельгийцы используют: «100» – медицинская помощь и пожарная охрана, «101» – полиция.

Борзенкова Елена Николаевна, аспирантка,
Воронежский институт ГПС МЧС России;
Россия, г. Воронеж

© Борзенкова Е.Н., 2015

Люди с ограниченными возможностями осуществляют вызов посредством телефона или факса. Услуга sms-вызова на данном этапе недоступна, ее планируют внедрять в будущем, но только для особой категории глухих и слабослышащих граждан. Оператор может ответить на французском, голландском, английском языках, в редких случаях – на немецком. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 61% бельгийцев знает, что могут использовать номер «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Болгарии. По аналогии с некоторыми странами одновременно доступны следующие номера экстренных служб: «150» – скорая помощь, «166» – полиция, «160» – пожарная охрана. Для людей с ограниченными возможностями отдельного номера или исключительной возможности вызова спецслужб не существует. Вызов «112» без sim-карты мобильного телефона на данном этапе недоступен. Оператор «112» отвечает в течение 4 секунд не только на болгарском языке, но и на английском, французском, немецком, итальянском, испанском, греческом, румынском, турецком и русском языках. Интересно, что если оператор не получил ответа от абонента, то программа по определению местоположения включается автоматически. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 70% болгар знают, что могут использовать «112» на территории стран в ЕС [3].

«Система-112» в Хорватии. В стране используются собственные номера экстренных служб: «192» – полиция, «193» – пожарная охрана, «194» – скорая помощь, «195» – служба спасения на море, «1987» – служба дорожной помощи. Для людей с ограниченными физическими возможностями не предусмотрены отдельные номера или альтернативы вызова. Звонок на «112» невозможен с мобильного телефона без sim-карты. Ответ на входящий вызов составляет в среднем 5 секунд. Оператор может ответить на английском, немецком, итальянском, венгерском, словацком и чешском языках. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 65% хорватов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» на Кипре. Наряду с данным номером используют номер «199». Для людей с ограниченными возможностями разработаны исключительные способы для связи с оператором «112»: слабослышащие и люди с полной потерей слуха могут пользоваться факсимильным аппаратом или отправлять sms-сообщения на специальный номер по выделенной линии, но не напрямую

оператору «112», а через посредника. Последний связывается с «112» и сообщает ему полученную информацию, а затем связывается с абонентом по доступным и понятным ему каналам. Технические средства позволяют набрать номер «112» даже без sim-карты мобильного телефона. Время обработки вызова – 16 секунд. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 37% киприотов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Чешской Республике. Одновременно функционируют следующие номера экстренных служб: «150» – пожарная охрана, «155» – спасательные структуры / скорая помощь, «156» – столичная полиция, «158» – полиция. Для людей с ограниченными возможностями выделены специальные линии для обработки вызовов. Существует возможность звонка «112» с мобильного телефона без sim-карты. Оператор «112» отвечает на вызов в среднем в течение 1 секунды. Оператор понимает речь на чешском, английском, немецком, польском, русском и французском языках при помощи переводчика – встроенного программного обеспечения, позволяющего переводить иностранную речь. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 61% чехов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Дании. Это единственный номер вызова оперативных спецслужб. Для людей с нарушениями слуха и речи выделены специальные номера для отправки текстовых сообщений. Технические средства позволяют позвонить с мобильного телефона в условиях отсутствия sim-карты. Операторы «112» отвечают на вызов в течение 13 секунд не только на датском языке, но и на английском, шведском и норвежском языках. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 41% датчан знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Эстонии. Наряду с номером «112» эстонцы используют номер «110» – полиция. Особые условия звонка в службу «112» для людей с ограниченными возможностями не созданы. Оператор отвечает на вызов в течение 6 секунд и владеет не только эстонским, но и русским, английским и финским (север страны). Технические параметры «Системы-112» позволяют обнаружить местоположение абонента в течение 2-х секунд в 95% случаев. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD

SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 49% эстонцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Финляндии. Номер «112» единственный для вызова оперативных спецслужб. Морские спасательные службы имеют собственные номера – «0204100», а в некоторых региональных зонах к данному номеру прибавляют местные цифры «0204100XX». Но указанные номера не имеют статуса единого номера по вызову спецслужб в чрезвычайной ситуации. Люди с ограниченными возможностями пока не наделены некоторыми привилегиями, но техническая разработка в этом направлении ведется, и возможность отправки sms-сообщения на номер «112» будет доступна, начиная с первой половины 2015 года. Оператор «112» на 97% звонков отвечает в течение 4 секунд на английском языке в дополнение к официальным языкам – финскому и шведскому. Ответ может звучать также на немецком, французском и русском языках, но при помощи переводчиков. При необходимости оператор «112» может обнаруживать местоположение абонента в течение 6 секунд. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 61% финнов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [2].

«Система-112» во Франции. Для вызова оперативных спецслужб используют также номера: «15» – неотложная медицинская помощь, «17» – полиция, «18» – пожарная охрана, «115» – социальная помощь в чрезвычайной ситуации, «119» – помощь детям, подвергшихся насилию, «116000» – служба поиска пропавших детей, «114» – Национальный центр экстренных вызовов для глухих людей и людей с проблемами слуха. Вызов «112» с мобильного телефона без sim-карты невозможен. В дополнение к французскому на звонки отвечают на 40 языках благодаря помощи переводчиков. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 33% французов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Германии. Номер «112» традиционно считают номером вызова пожарной охраны и неотложной медицинской помощи. Используется номер «110» для вызова полиции. Люди с ограниченными возможностями могут передать сообщение на «112» посредством факсимильного аппарата. Звонок без sim-карты мобильного телефона невозможен. 95% звонков обрабатываются в течение 20 секунд. Помимо немецкого, используют английский и языки других стран ЕС, благодаря помощи переводчиков. Оператор «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 70 секунд. По данным последнего оп-

роса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 42% немцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Греции. Наряду с номером «112» используют: «100» – полиция, «199» – пожарная охрана, «166» – экстренная медицинская помощь, «108» – береговая охрана, «197» – скорая социальная помощь. Дополнительных сервисов для людей с ограниченными физическими возможностями нет. Существует возможность вызова «112» с мобильного телефона даже без sim-карты. Время обработки вызова в среднем занимает 9 секунд. В дополнение к греческому, оператор ответит на английском и французском языках. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 49% греков знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Венгрии. Наряду с номером «112» используют: «104» – скорая помощь и неотложная медицинская помощь, «105» – пожарные, спасательные службы, гражданская оборона, «107» – полиция. Специальные сервисы для людей с ограниченными возможностями не предусмотрены. Вызов «112» возможен и без sim-карты мобильного телефона. Время обработки вызова – 55 секунд. В дополнение к венгерскому языку, оператор ответит на английском, немецком, а в некоторых случаях и на румынском языке. Возможности «Системы-112» позволяют обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 3 минут. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 45% венгров знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Ирландии. Наряду с общеевропейским номером ирландцы используют еще один национальный номер «999». Для людей с ограниченными возможностями подключены сервисы SMS-вызова и сервис Minicom (телефона с бегущей строкой для глухих). Оператор «112» отвечает на звонок в среднем в течение 1 секунды. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 33% ирландцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Италии. Наряду с «112», используют также: «113» – полиция, «115» – пожарная охрана, «118» – скорая помощь. Для людей с ограниченными физическими возможностями специальные условия созданы только в Северной Италии – городе Варезе, где доступен sms-сервис.

Оператор «112» отвечает в течение 10 секунд. В дополнение к итальянскому, используют английский, французский и немецкий языки. В некоторых районах возможно услышать и словенскую речь. Оператор «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение примерно 5 секунд. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 33% итальянцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Латвии. В дополнение к номеру «112» существуют следующие номера экстренных служб: «110» и «02» – полиция, «113» и «03» – медицинские услуги, «114» и «04» – газовая служба и аварийная служба, «01» – пожарная служба. Люди с ограниченными возможностями используют sms-сервисы, так граждане с нарушениями слуха и речи, у которых установлен стационарный телефон, имеют возможность доступа к «112» в случае чрезвычайной ситуации посредством специально встроенного оборудования с использованием шрифта Брайля. Оператор отвечает в среднем в течение 6 секунд. В дополнение к латышскому языку используют русский и английский. Функциональные возможности «Системы-112» позволяют оператору обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 1 минуты в 98% случаев.

По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 47% латышей знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Литве. Одновременно используются номера экстренных служб: «01» – пожарная команда, «02» – полиция, «03» – скорая помощь. Для людей с ограниченными физическими возможностями дополнительных сервисов не предусмотрено. Время ответа оператора составляет в среднем 6 секунд. Оператор «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение примерно 2 секунд. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 41% литовцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Великом Герцогстве Люксембург. В дополнение используют номер «113» для осуществления вызовов в полицию. Люди с ограниченными возможностями могут обратиться в «112» посредством sms-сообщения или по факсу. Вызов «112» возможен с мобильного телефона даже без sim-карты. Время ответа оператора: в течение 3 секунд. В дополнение к национальному языку используют немецкий, французский и английский. По данным последнего опроса, который

был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 80% люксембуржцев (прим. авт. население на 2014 год составляет 549 680 человек) знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Республике Мальта. Европейский номер экстренного вызова «112» является единственным номером. Телефон «119» используется в качестве телефона «горячей» линии. Для людей с ограниченными физическими возможностями специальных сервисов не создано. Существует возможность вызова «112» с мобильного телефона в условиях отсутствия sim-карты. Время ответа оператора составляет 6 секунд. В дополнение к мальтийскому языку отвечают и на английском языке. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 34% мальтийцев (прим. авт. население на 2014 год составляет 423 126 человек) знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Королевстве Нидерланды. Данный номер экстренных служб является единственным в своем роде номером. Люди с ограниченными возможностями могут использовать технологии RTT (Real-time text), чтобы связаться с диспетчером «112». Это технология передачи мгновенного сообщения, которая осуществляется благодаря установленному IP-модулю. Время обработки вызова диспетчером в среднем составляет 3 секунды. В дополнение к голландскому языку можно услышать ответ на немецком и английском. Оператор «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 1 секунды. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 57% голландцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Польше. Наряду с «112» доступны следующие номера: «999» – скорая помощь, «998» – пожарная охрана, «997» – полиция. Специальных сервисов для людей с ограниченными возможностями не создано. Оператор «112» отвечает в среднем в течение 9 секунд. В зависимости от географического расположения колл-центра оператор владеет следующими языками в дополнение к польскому: английским, немецким, русским, словацким, чешским, украинским, белорусским, литовским и итальянским. Диспетчер «112» может обнаруживать местоположение вызывающего абонента в течение 73 секунд. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE

MARKET SURVEY, 70% поляков знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Республике Португалия.

Вызовы по-прежнему осуществляются и на следующие национальные номера: «115» – службы чрезвычайных ситуаций, «117» – охрана лесов. Люди с ограниченными возможностями могут отправить sms-сообщение, чтобы связаться с оператором. Диспетчер «112» доступен при вызове с мобильного телефона при отсутствии sim-карты. Время обработки вызова составляет 6 секунд. Помимо национального языка оператор ответит и на английском. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 34% португальцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Румынии.

Европейский номер экстренных служб «112» является единственным экстренным номером. Люди с ограниченными возможностями могут обратиться за помощью в службу «112» по факсу при условии наличия заранее установленного специального оборудования. Существует возможность вызова «112» с мобильного телефона при отсутствии sim-карты. Время ответа оператора составляет 4 секунды. В дополнение к румынскому, диспетчер сможет ответить на английском, французском, венгерском, немецком, итальянском, испанском и русском языках, в зависимости от территориального расположения колл-центров. Оператор «112» при необходимости обнаружит местоположение вызывающего абонента, как только «поднимет трубку», т.е. мгновенно. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 71% румын знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Словакии.

Наряду с номером «112» используют следующие номера экстренных служб: «150» – пожарная и спасательная службы, «155» – скорая медицинская помощь, «158» – полиция. Специальных сервисов для людей с ограниченными возможностями не предусмотрено. Служба «112» доступна даже при отсутствии sim-карты мобильного телефона. Оператор «112» отвечает в течение 10 секунд, помимо словацкого – на чешском, а в некоторых районах – на русском, венгерском и польском языках. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 69% словаков знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [2].

«Система-112» в Республике Словения.

Помимо номера «112» доступны еще восемь номеров оперативных спецслужб: «122» – пожарная охрана, «128» – аварийная газовая служба, «133» –

полиция, «140» – горная служба, «141» – медицинская помощь, «142» – телефонные консультации, «144» – спасательные структуры / скорая помощь, «147» – службы помощи для детей и молодежи. Для людей с ограниченными возможностями доступны сервисы передачи текстовой информации WAP 112 и SMS 112. Для людей с проблемами слуха существует возможность получения и передачи информации о чрезвычайной ситуации через веб-портал Zveva [4] (в пер. со словенского – знаю). Номер «112» остается недоступным с мобильного телефона без sim-карты. Время ответа оператора составляет в среднем 6 секунд. Помимо национального языка на звонки отвечают по-английски. В некоторых районах диспетчеры владеют итальянским и венгерским языком. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 46% словенцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Испании. Наряду с номером «112» используют следующие номера: «062» – Национальная гвардия, «091» – полиция, «061» – служба чрезвычайных ситуаций, «080» – пожарные, «092» – местная полиция. Люди с ограниченными возможностями обладают возможностью отправить факсимильное и sms-сообщение на национальные номера экстренных служб. Время обработки вызова занимает в среднем 5 секунд. Оператор использует следующие языки в дополнение к национальному языку: английский, французский, португальский, арабский и немецкий – в зависимости от территориального расположения центров обработки вызовов.

По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 23% испанцев знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [2].

«Система-112» в Швеции. Номер экстренной помощи «112» является единственным номером. Тем не менее очень небольшая доля звонков по-прежнему производится на национальный номер «90000». Люди с ограниченными возможностями пользуются технической функцией отправки sms-сообщения, но она доступна для предварительно зарегистрировавшихся абонентов и только для шведских телефонных номеров. Оператор «112» отвечает в среднем в течение 9 секунд. Языковая география такова: шведский, английский, финский (в городе-порте Лулео на северо-востоке страны). Оператор «112» может определить местоположение абонента в течение 1 минуты в 90% случаев. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 48% шве-

дов знают, что могут использовать «112» на территории стран ЕС [3].

«Система-112» в Великобритании. Наряду с номером «112» англичане используют национальный номер экстренной службы 999.

В изданиях различного рода публикуются материалы о проблеме выбора между номерами «112» и «999» (рис.).

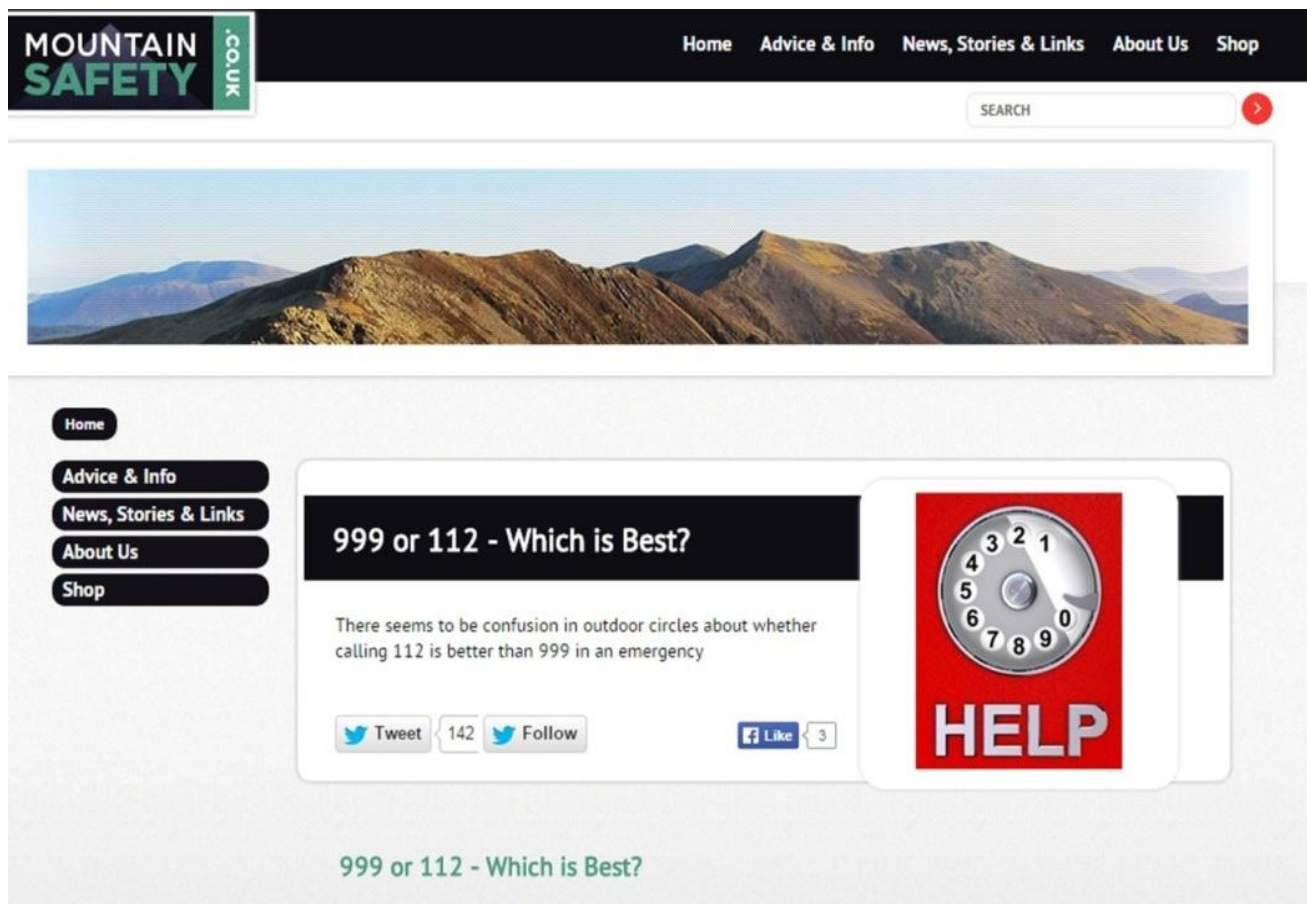


Рис. Скриншот сайта, пропагандирующего номер вызова оперативных спецслужб «112»

Граждане с ограниченными возможностями могут обратиться в службу «112» посредством sms (для этого требуется предварительная регистрация) или написать текстовое сообщение при наличии специального текстового адаптера для телефонного устройства (используя код доступа 18000). С мобильного телефона без sim-карты осуществить звонок в службу «112» невозможно. Оператор отвечает в среднем в течение 5 секунд. В список языков помимо английского и валлийского входят еще 170, общение на которых возможно благодаря переводчикам. Оператор «112» при необходимости может обнаружить местоположение вызывающего абонента за 2 секунды. По данным последнего опроса, который был проведен с 18 по 27 января 2014 года организацией E-COMMUNICATIONS HOUSEHOLD SURVEY AND TELECOM SINGLE MARKET SURVEY, 18% англичан знают, что мо-

гут использовать «112» на территории стран ЕС [2].

Обобщая проанализированный материал, можно сделать следующие выводы: в большинстве стран номер «112» не вытеснил национальные номера, а функционирует наряду с ними, используемая платформа «Системы-112» позволяет людям с ограниченными возможностями посредством специальных сервисов осуществить звонок в случае чрезвычайной ситуации, совершенствуются технические характеристики системы в плане приема вызовов без sim-карты мобильного телефона и в области временного показателя местоопределения позвонившего. Что касается времени ожидания ответа оператора, большинство операторов в странах ЕС укладываются во временной показатель до 10 с, что является крайне важным для оперативного реагирования на различного рода чрезвычайные ситуации.

Библиографический список

1. **EENA – European emergency number association:** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eena.org/>(дата обращения: 17.02.2015).
2. **Антонов С. В.** Определение ключевых слов для дежурно-диспетчерских служб Системы-112 / С.В. Антонов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2014. – № 2. – С. 29–34.
3. **E-Communications household survey and telecom single market survey :** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/e-communications-household-survey-and-telecom-single-market-survey-roaming-results-special> (дата обращения: 17.02.2015).
4. **Zveza:**[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.zveza-gns.si/wap-sos-112>(дата обращения 19.02.2015).

References

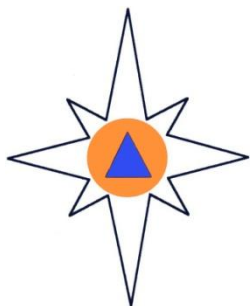
1. **EENA – European emergency number association:** [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.eena.org/>(data obrascheniya: 17.02.2015).
2. **Antonov S. V.** Opredelenie kljuchevyh slov dlja dezhurno-dispetcherskih sluzhb Sistemy-112 / S.V. Antonov // Pozhary i chrezvychajnye si-tuacii: predotvrashhenie, likvidacija. – 2014. – № 2. – S. 29–34.
3. **E-Communications household survey and telecom single market survey :** [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/e-communications-household-survey-and-telecom-single-market-survey-roaming-results-special> (data obrascheniya: 17.02.2015).
4. **Zveza:**[Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa:<http://www.zveza-gns.si/wap-sos-112> (data obrascheniya 19.02.2015).

**GENERAL CHARACTERISTIC «SYSTEM-112»
IN THE EUROPEAN UNION**

Borzenkova E.N., post-graduate student,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh

The article provides general description of the possibilities of «System-112» operating in the European Union, provides information about emergency numbers, which operate along with the number «112». The response time of the operator indicator in different EU countries was analyzed.

Keywords: «System-112», emergency services, response time.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 37.08

О ПРОХОЖДЕНИИ ОБУЧЕНИЯ КРИЗИСНОМУ УПРАВЛЕНИЮ НА БАЗЕ ЦЕНТРА ОБРАЗОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГУМАНИТАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ (CERAH) ЖЕНЕВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Д.В. Картавец, А.В. Калач, А.Н. Шуткин

В процессе обучения были подробно рассмотрены европейские подходы к организации кризисного управления, в том числе к процессу принятия решений в кризисных ситуациях, европейская классификация кризисов, механизм гражданской защиты ЕС.

Ключевые слова: кризисное управление, механизм гражданской защиты ЕС.

В период с 14 по 19 декабря 2014 года сотрудники Воронежского института ГПС МЧС России находились в командировке в г. Женева (Швейцария), где приняли участие в обучающем курсе по ликвидации последствий стихийных бедствий и кризисному управлению.

Учебный курс, разработанный сотрудниками Центра образования и исследований в области гуманитарных действий (CERAH) Женевского университета, состоял из 12 сессий (занятий), 10 из которых носили теоретический характер, а 2 имели практическую направленность с выездом в ЦЕРН (CERN) на территорию учебного центра специалистов пожарно-спасательной службы и в расположение пожарной бригады, а также в учебно-тренировочный центр гражданской защиты кантона Женева.

Картавец Дмитрий Владимирович, канд. тех. наук, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж.

Калач Андрей Владимирович, доктор химических наук, доцент; Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: AVKalach@gmail.com

Шуткин Александр Николаевич, канд. физ.-мат. наук, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж.

В ходе проведения теоретических занятий достаточно подробно были рассмотрены европейские подходы к организации кризисного управления, в том числе к процессу принятия решений в кризисных ситуациях. Следует отметить, что европейская классификация кризисов существенно отличается от используемой в РСЧС и предусматривает разграничение понятий ЧС/ аварии (emergency) и катастрофы/бедствия (disaster). В первом случае речь идет о событиях, угрожающих жизни людей и требующих значительного и скоординированного реагирования, при этом подразумевается, что для реагирования достаточно штатных сил и средств.

Катастрофа подразумевает серьезное нарушение функционирования общины, сопровождаемое гибелью людей, при этом община не способна справиться с последствиями катастрофы самостоятельно.

Такой подход делает особый акцент на участии европейских спасательных формирований в международных миссиях по ликвидации последствий катастроф в третьих странах. Многие выступления приводили примеры личного участия в ликвидации последствий землетрясения и цунами в Японии в 2011 году, землетрясения на Гаити в 2010 г.

Отдельное внимание было уделено анализу механизма гражданской защиты ЕС, который был создан в 2001 г. как система координации ресурсов

для защиты гражданского населения и оказания помощи государствам, пострадавшим от природных или техногенных катастроф. Механизм охватывает все страны Европейской экономической зоны, а также Хорватию и Македонию. Присоединиться к Механизму могут все страны-кандидаты на вступление в ЕС.

Этот механизм отвечает за реагирование, подготовку (например, международные тренировочные курсы для оперативного персонала и отработка совместного финансирования), а также превентивные меры по предотвращению ЧС (управление рисками и финансирование совместных международных исследований и проектов). Для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в ЕС используется отдельный инструмент – Фонд солидарности, обеспечивающий финансирование восстановления пострадавших объектов.

Помощь со стороны государств-членов ЕС и Европейской комиссии предоставляется только по запросу пострадавшей страны. Это касается, в первую очередь, отправки спасательных команд и натуральной помощи и зачастую сопровождается формированием международной команды экспертов (EUCPT), чьей задачей является оценка ситуации на местах, определение потребностей и координация помощи для эффективного взаимодействия между спасателями и властями пострадавшей страны.

Для обеспечения большей гибкости могут организоваться дополнительные формы поддержки со стороны Европейской комиссии (например, упрощение доступа к средствам транспортировки или софинансирование со стороны Европейской комиссии в вопросах логистики). Кроме того, странам, участвующим в операции, обычно предоставляется доклад о ситуации, в котором собрана информация о деятельности всех оказывающих помощь стран и организаций. Это помогает избежать дублирования действий и лучше координировать работу организаций (например, ЕС, ООН) в пострадавшей стране. ЕС признает ведущую роль Управления ООН по координации гуманитарных вопросов при проведении операций в третьих странах.

Пострадавшие государства-члены ЕС направляют запрос о помощи через специальную информационную платформу. Если катастрофа случается в государстве, не являющимся членом ЕС, то эта страна связывается с Европейской комиссией по дипломатическим каналам. Спасательные операции в третьих странах могут проводиться как в автономном режиме, так и в качестве компонента операций, осуществляемых другими международными организациями. Каждый раз при запросе Европейская комиссия ожидает от пострадавшей страны уточнений относительно вида и объема необходимой помощи. Группа экспертов ЕС по гражданской защите также может быть использована для оказания помощи пострадавшим странам в оценке ситуации и определении потребностей. Ко-

гда предложения о помощи поступают от государств-членов ЕС, то пострадавшее государство самостоятельно принимает решение о том, помощь какой страны оно принимает. Это решение является основополагающим для запуска транспортных схем и использования имеющихся ресурсов. Механизм не гарантирует, что помощь со стороны государств-членов ЕС должна быть предоставлена бесплатно, однако в подавляющем большинстве случаев страны, предлагающие помощь, сами несут затраты на ее оказание.

Для эффективной координации действий между странами, предоставляющими помощь и получающими ее, при Европейской комиссии был создан Центр мониторинга и информации (ЦМИ — MIC). Он выполняет функцию командного пункта, который отслеживает риски по всему миру, собирает заявки и предложения о помощи, а также всячески содействует проведению операций под эгидой механизма.

Для улучшения обмена информацией между государствами-членами ЕС, пунктами связи в них и Центром мониторинга ответственные за гражданскую защиту ведомства были соединены друг с другом посредством Общей системы передачи информации в чрезвычайных ситуациях (ОСПИЧС – SECIS). Эта информационная платформа помимо размещения запроса, предложения помощи и, например, объединения транспортных ресурсов, содержит базу данных о возможностях государств-членов (так называемые «модули», т.е. информацию о минимальной численности персонала, оборудовании, самообеспеченности и требования к развертыванию в рамках механизма), а также резюме экспертов, которые могут участвовать в международных операциях. Помимо ОСПИЧС Центр мониторинга и информации также использует системы раннего предупреждения и оповещения, предназначенные для определенных видов бедствий. Так, например, Глобальная система оповещения и координации действий в чрезвычайных ситуациях (GDACS) является совместной инициативой ООН и Евросоюза на случай таких стихийных бедствий, как землетрясения, цунами, тропические циклоны, наводнения и извержения вулканов. Эта система оповещения, предупреждая о катастрофе, сразу же сообщает о возможных гуманитарных последствиях и разрушениях инфраструктуры в результате чрезвычайной ситуации, учитывая уязвимость региона (и его населения) перед лицом стихийных бедствий.

Другое преимущество ЦМИ заключается в возможности получения спутниковых снимков, которые могут применяться, например, для контроля за перемещением нефтяных пятен после аварии на море или, как это было при наводнении в Польше в 2010 г., для определения уровня подъема воды и выработке рекомендаций по осушению территорий.

Состав и задачи международной группы экспертов по гражданской защите (EUCPT) могут меняться в зависимости от характера стихийных бедствий и могут не ограничиваться только оценкой потребностей и координацией поступающей помощи. Почти все эксперты проходили обучение в рамках тренировочной программы по применению механизма. Программа была создана в 2004 г. и в настоящее время состоит из 12 курсов, которые преподают в нескольких учебных центрах Евросоюза. Хотя большинство из этих курсов предназначено для специалистов, занимающихся оценкой ситуации и осуществляющих координацию действий, один из них рассчитан на технических экспертов, обладающих специальными знаниями в таких областях, как загрязнение окружающей среды или инженерная инфраструктура. Один из курсов читается ключевым сотрудником модулей. Каждый курс имеет теоретическую и практическую части, к которым применяются стандартные операционные процедуры и международные рекомендации.

Помимо учебно-тренировочных программ Европейский союз в настоящее время создал систему обмена специалистами в сфере гражданской защиты. Это дает возможность финансировать краткосрочные визиты (до двух недель) с целью пополнения знаний и сравнения методов, используемых службами гражданской защиты в разных странах. Круг потенциальных участников обмена экспертами довольно широк, он включает оперативных сотрудников, административных работников и научных экспертов из различных организаций, осуществляющих деятельность в сфере управления рисками, планирования работ по оказанию помощи, обучения, технической экспертизы, ликвидации загрязнения береговой линии, а также сотрудников пунктов экстренной связи общего пользования. В настоящее время приоритет отдается тем экспертам, которые могут участвовать в операциях в рамках действия механизма, сотрудникам операционных центров, специалистам в области химических, биологических, радиологических и ядерных угроз, а также по предотвращению и снижению рисков.

Во время обучения был представлен новый подход в оценке рисков при антикризисном управлении, который был обозначен как «Субъективная теория уязвимостей». Основа данной теории заключается в утверждении, что причиной стихийных бедствий являются не опасные природные явления, а человек. В этом случае риск оценивается как величина пропорциональная угрозе (опасности) – явлению, которое в потенциале может привести к бедствию; уязвимости – условиям, повышающим восприимчивость к угрозе (опасности) и обратно пропорциональная потенциалу – комбинации сильных сторон и ресурсов, возможности немедленно отреагировать. В то же время отечественные подходы к оценке рисков сводятся в основном к мето-

дикам расчета рисков, вызванных объективными факторами.

Европейская система антикризисного управления не предусматривает различные режимы функционирования (пример: режимы функционирования РСЧС – повседневной готовности, повышенной готовности, чрезвычайной ситуации). Базовая концепция антикризисного управления предусматривает комплексный подход, включающий в себя мероприятия по четырем основным направлениям: готовность, предотвращение, реагирование, восстановление (PPRR). При этом особое внимание было уделено тому, что мероприятия по всем вышеперечисленным направлениям должны осуществляться непрерывно и одновременно. Модель, в которой данные мероприятия образуют цикл, является устаревшей.

Был рассмотрен международный опыт преодоления психологических проблем при руководстве в случае катастроф. Выступал доктор медицинских наук, профессор Р.А. Штроили, принимавший участие в ликвидации последствий землетрясения на Гаити в 2010 г. Особое внимание при разборе психологии и поведения людей в чрезвычайных ситуациях было уделено факторам, оказывающим негативное воздействие на психическое здоровье и качество принимаемых решений во время бедствия: отсутствие информации, противоречивые сведения, слухи, проблемы со связью, противоречивые приказы, нечетко разграниченная ответственность, страх, переутомление, экологические проблемы и пр. Также были сформулированы основные психологические принципы руководства при катастрофе:

- проявление инициативы;
- всестороннее обсуждение проблем;
- контроль за сотрудниками;
- ранняя диагностика стресса;
- ранняя диагностика перегрузок;
- ранняя диагностика заболеваний;
- мотивация сотрудников.

Отдельное занятие было посвящено взаимодействию со СМИ. Докладчик – профессор университета Женева В. Горин – осветила европейские принципы информационной работы со СМИ, которые предусматривают так называемый коммуникативный цикл, состоящий из трех фаз.

1. Докризисная фаза, включает в себя работу со СМИ по следующим направлениям:

- план на случай ЧС, цель – дать населению информацию о необходимых действиях в случае ЧС;
- сбор информации по сильным и слабым местам (уязвимостям и потенциалу), оценка потребностей населения в случае ЧС;
- обучающая работа, тренинги для населения;
- формирование партнерских отношений с местными СМИ, которые популярны у населения.

2. Кризисная фаза:

- предупреждение, координация, управление;
- обеспечение населения однозначной и достоверной информацией;
- использование множественных возможностей связи.

3. Посткризисная фаза:

- подведение итогов;
- освещение восстановительных работ;
- обучение на своем опыте.

Особое внимание было уделено принципам выбора СМИ, с учетом того что СМИ могут быть как партнерами, так и препятствиями при выполнении задач. Рассматривалась специфика использования социальных сетей и сети Интернет. Неоднократно в ходе занятия делался акцент на необходимости личных контактов с журналистами (приоритет использования СМИ, с которыми имеются личные контакты, опыт совместной работы и пр.).

Были сформулированы основные правила при взаимодействии со СМИ во время проведения международных гуманитарных операций:

- недопустимость давать СМИ информацию, если нет четкого плана ее выдачи;
- необходимость прохождения минимальной подготовки по работе со СМИ всеми сотрудниками;
- недопустимость ошибочных расчетов на симпатии со стороны СМИ;
- необходимость использования современных телекоммуникационных технологий;
- необходимость отличать объективную и частную информацию;
- необходимость избегать стереотипных подходов при описании ситуации (распространенный стереотипный подход «плохой-хороший-жертва»);
- необходимость знания целевой аудитории;
- необходимость не забывать о конкуренции между СМИ.

В ходе обучения была проведена встреча с Генеральным секретарем Международной Организации Гражданской Обороны (МОГО) Кувшиновым Владимиром Валентиновичем.

Кроме этого, рассказали о работе своих организаций представители:

- Международного комитета красного креста (ICRC);
- Всемирной продовольственной организации;
- Европейской комиссии по гуманитарной помощи и гражданской защите (ЕЧНО);
- Управления по координации гуманитарных вопросов ООН (ОСНА);

- Управления Швейцарской гуманитарной помощью Swiss Humanitarian Aid (SHA) МИД Швейцарии;

- Национального центра оперативной информации Федерального управления защиты населения Швейцарии (ФОСР).

- Проекта «Сфера» (разработка стандартов по гуманитарному реагированию).

В качестве общего вывода можно обратить внимание на декларацию высокого уровня готовности европейских организаций в области гражданской защиты и гуманитарного реагирования оказывать международную помощь. Однако существует ряд проблем, которые, в частности, признают представители Федерального управления защиты населения Швейцарии, по организации реагирования на ЧС внутри страны. В качестве примера можно привести слабо развитые регламенты взаимодействия между различными ведомствами и организациями. По словам представителя ФОСР, некоторые договоренности с перевозчиками или поставщиками на случай ЧС сформулированы на уровне «джентльменских соглашений».

Кроме этого, в качестве основных средств связи при оповещении личного состава служб и даже зачастую уже во время реагирования подразумевается использовать связь лишь по GSM каналам, что может повлечь за собой проблемы в оперативном управлении и оповещении при перегрузке этих каналов в случае крупных ЧС.

В ходе обучения состоялось посещение главного корпуса Женевского университета и экскурсия по аудиторному фонду. Был изучен европейский опыт в области используемых образовательных технологий и методик обучения. В качестве основной современной тенденции можно выделить стремление каждого лектора к интерактивному взаимодействию с аудиторией. Проведение мини деловых игр, вовлечение всех слушателей в диалог, использование помимо презентационного экрана нескольких маркерных досок одновременно.

При этом само по себе построение лекции серьезно отличается от классического лекционного занятия в привычном понимании. Лектор не стремится выдать много нового материала, он формирует несколько основных тезисов и большую часть времени затрачивает на обоснования их правильности/важности. Таким образом, основной упор делается не на подачу новой информации, а на формирование мышления, установку приоритетов. Данные методики кажутся интересными и после апробации могут быть использованы в учебном процессе вузов МЧС России.

**ON COMPLETING THE COURSE OF CRISIS
BASED CONTROL CENTER FOR EDUCATION AND RESEARCH
IN HUMANITARIAN ACTION (CERAH)
UNIVERSITY OF GENEVA**

Kartavtsev D.V.

Candidate of Engineering Sciences,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh

Kalach A.V.,

D. Sc. in Chemistry, Assoc. Prof.,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh, e-mail: AVKalach@gmail.com

Shutkin A.N.

Candidate of Physico-mathematical Sciences,
Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh

In the learning process have been discussed European approaches to crisis management, including in decision-making in crisis situations, the European classification of crises, the EU Civil Protection Mechanism.

Keywords: *crisis management, the EU Civil Protection Mechanism.*

АНАЛИЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ НИХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2 МЕСЯЦА 2015 ГОДА

В отчете Департамента надзорной деятельности и профилактической работы приводятся статистические данные о количестве пожаров, их причинах и последствиях в Российской Федерации за 2 месяца 2015 года.

Ключевые слова: количество пожаров, количество погибших, причины пожаров, последствия пожаров.

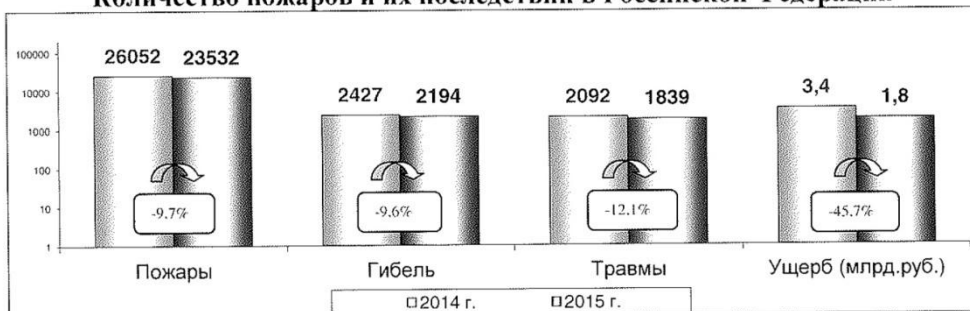
За 2 месяца 2015 года оперативная обстановка с пожарами в Российской Федерации по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (АППГ) характеризовалась следующими основными показателями:

- зарегистрировано 23 тыс. 532 пожара (-9,7%);
- погибло при пожарах 2 тыс. 194 челове-

ка (-9,6%), в том числе 103 ребёнка (-19,5%);

- получили травмы на пожарах 1 тыс. 839 человек (-12,1%);
- прямой материальный ущерб причинён в размере 1,8 млрд. рублей (-45,7%);
- зарегистрировано 23 тыс. 62 выезда пожарных подразделений на ликвидацию загораний (в 2014 г. – 26 166 (-11,9%)).

Количество пожаров и их последствий в Российской Федерации



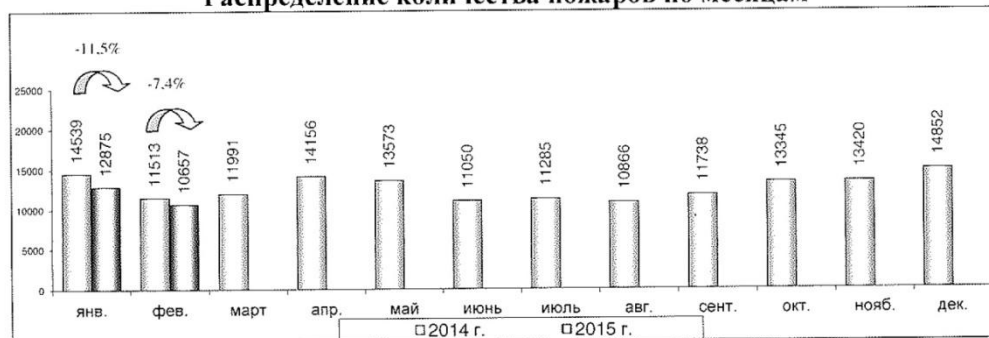
Подразделениями ГПС на пожарах спасено 9 тысяч 775 человек и материальных ценностей на сумму более 7,2 млрд. рублей.

В результате профилактической работы, проведенной надзорными органами МЧС России с населением и персоналом, а также эффективности систем противопожарной защиты эвакуировано на

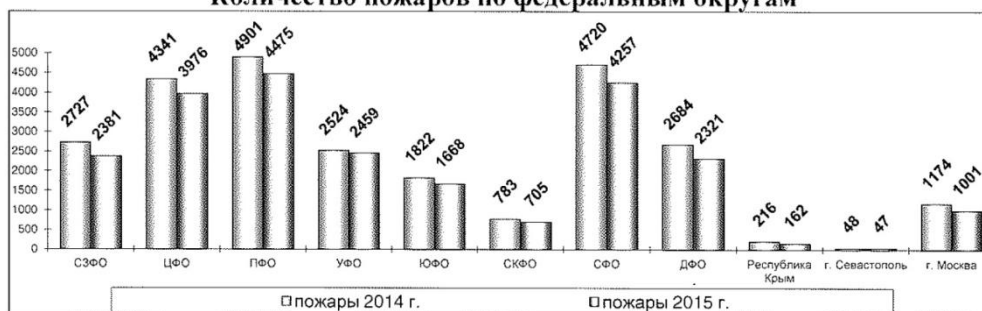
пожарах 14 тысяч 627 человек.

Ежедневно в Российской Федерации в среднем происходило 399 пожаров, при которых погибало 37 человек и 31 человек получал травмы. Огнем уничтожалось 77 строений, 20 единиц автотракторной техники. Ежедневный материальный ущерб составил 31,3 млн. рублей.

Распределение количества пожаров по месяцам



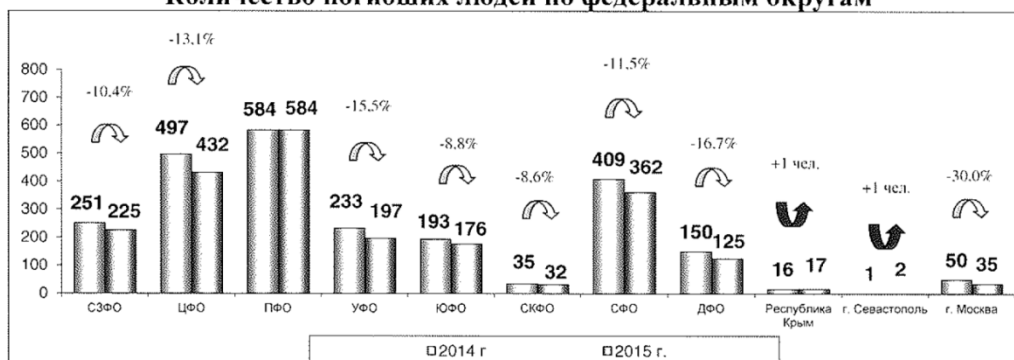
Количество пожаров по федеральным округам



Динамика количества пожаров по федеральным округам в сравнении с АППГ: Северо-Западный -12,7%; Центральный -8,4%; Приволжский -8,7%; Уральский -2,6%; Южный -8,5%; Се-

веро-Кавказский -10,0%; Сибирский -9,8%; Дальневосточный -13,5%; Республика Крым -25,0%; города Севастополь -2,1% и Москва -14,7%.

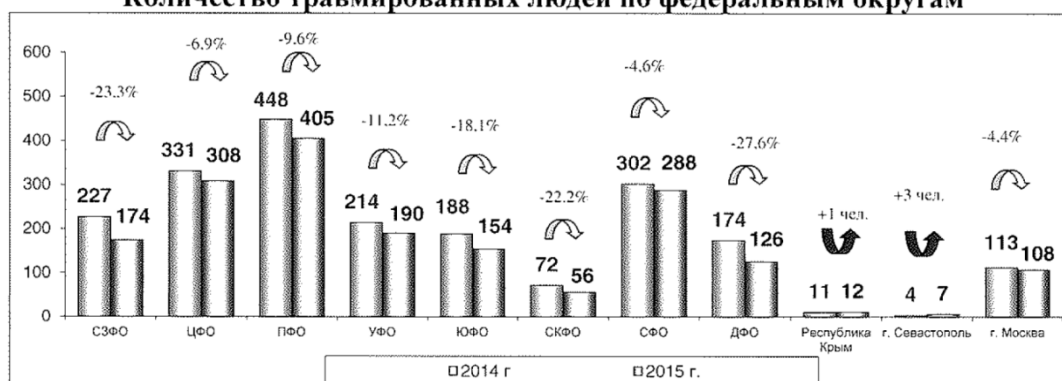
Количество погибших людей по федеральным округам



Снижение количества погибших людей зарегистрировано в Северо-Западном федеральном округе на 10,4%, Центральном – на 13,1%, Уральском – на 15,5%, Южном – на 8,8%, Северо-Кавказском – на 8,6%, Сибирском – на 11,5%,

Дальневосточном – на 16,7%, в г. Москве – на 30,0%. Отмечается рост количества погибших людей в Республике Крым и г. Севастополь на 1 человека.

Количество травмированных людей по федеральным округам



Рост количества травмированных людей зарегистрирован в Республике Крым и г. Севастополь.

Произошел одновременный рост количества пожаров и погибших при них людей в Республике Мордовия (+18,1%; +70,6%), Удмуртской Респуб-

лике (+8,0%; +3,2%) и Тверской области (+0,9%; +33,3%).

Рост количества пожаров и травмированных при них людей зарегистрирован в Чувашской Республике (+3,5%; +15,0%).

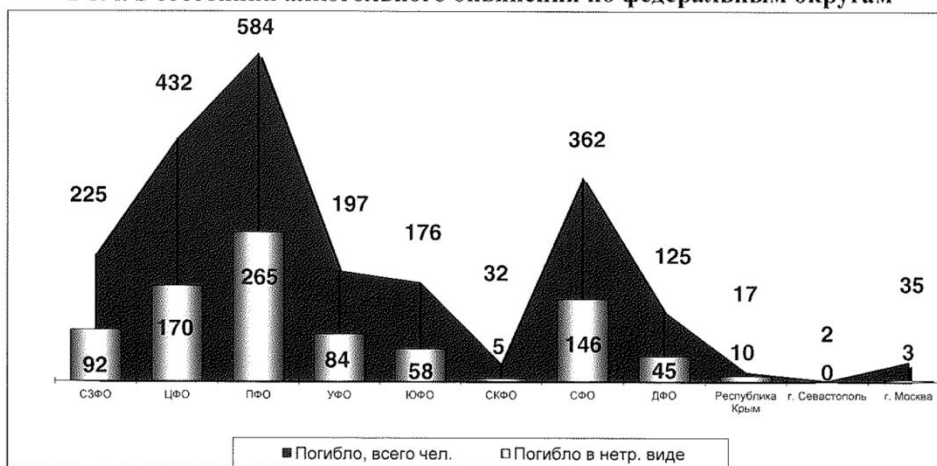
В 26 субъектах Российской Федерации зарегистрировано увеличение количества погибших при пожарах детей.

На пожарах больше погибало лиц мужского пола – 71,0% от общего количества погибших, женщин – 28,2% от общего количества.

Отмечено, что 40,1% погибших при пожарах людей находились в состоянии алкогольного (нар-

котического) опьянения. В городах этот процент составляет 39,8% от общего числа погибших в городах, в сельской местности – 40,3% от общего числа погибших в сельской местности. Относительно аналогичного периода прошлого года количество погибших людей, находившихся в нетрезвом состоянии, снизилось на 20,2%, с 1102 человек до 879.

Количество погибших при пожарах людей, в т.ч. в состоянии алкогольного опьянения по федеральным округам

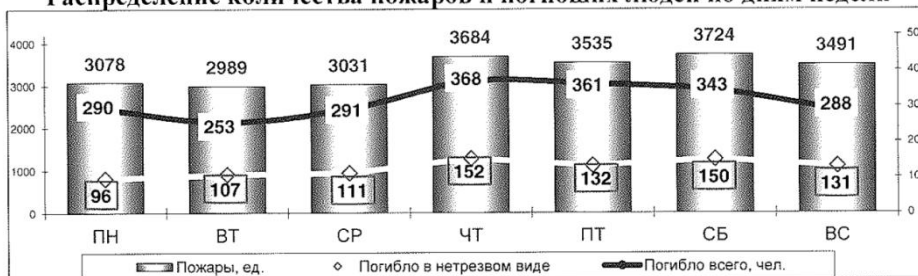


Из диаграммы следует, что в Северо-Западном федеральном округе количество погибших в нетрезвом виде от общего количества составляет 40,9%, в Центральном – 39,4%, Приволжском – 45,4%, Уральском – 42,6%, Южном – 33,0%, Северо-Кавказском – 15,6%, Сибирском – 40,3%, в Дальневосточном – 36,0% федеральных округах, Республике Крым – 58,8% и в г. Москве – 8,6%.

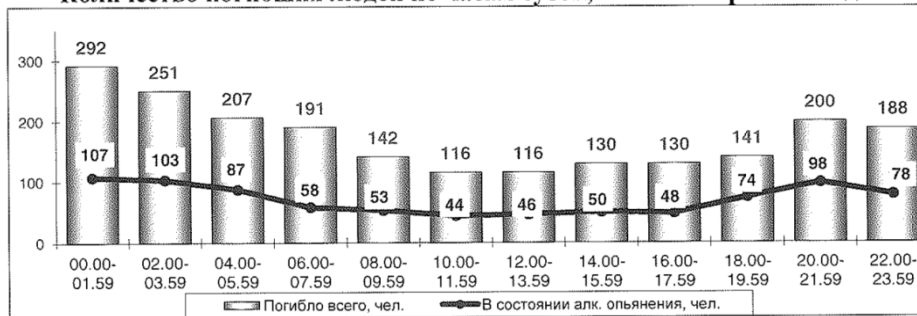
За 2 месяца 2015 года наибольшее количество пожаров происходило по субботам – 3724 (15,8% от общего количества), наименьшее по вторникам – 2989 (12,7%).

Больше всего людей погибло по четвергам – 368 человек (16,8% от общего количества), меньше всего по вторникам – 253 человека (11,5%).

Распределение количества пожаров и погибших людей по дням недели



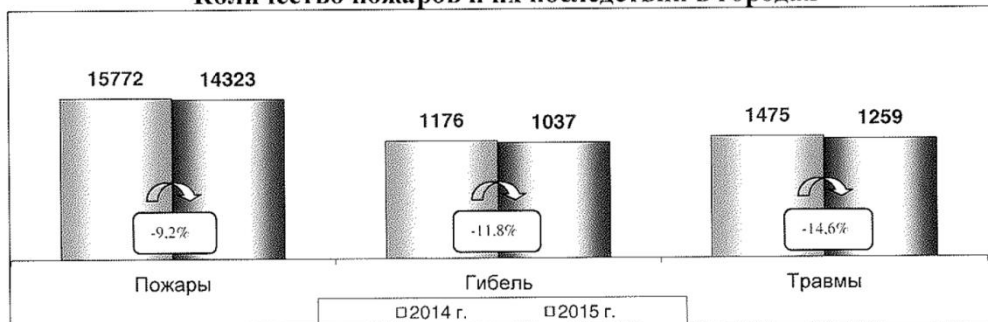
Количество погибших людей по часам суток, в т.ч. в нетрезвом виде



Основное время суток, когда погибали люди – это ночные часы. Так, в период с 00.00 до 2.00 часов ночи погибло 292 человека. Всего же за ве-

чернее и ночное время (с 18.00 вечера до 6.00 часов утра) погибло 1279 человек (58,3% от общего количества).

Количество пожаров и их последствий в городах



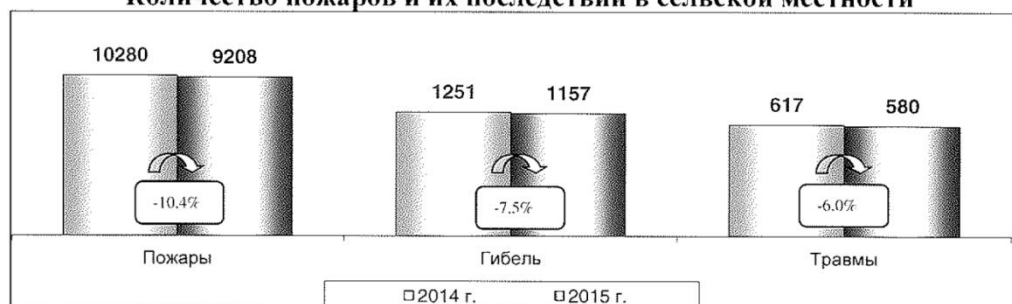
В городах Российской Федерации за 2 месяца 2015 года зарегистрировано:

- 14323 пожара (-9,2% к АППГ);
- погибло 1037 человек (-11,8%), в том числе 48 детей (-17,2%);
- получили травмы 1259 человек (-14,6%).

Прямой материальный ущерб причинён в размере 603,5 млн. рублей (-75,6%).

На города пришлось 60,9% от общего количества пожаров, 32,6% материального ущерба, 47,3% от общего числа погибших при пожарах людей и 68,5% травмированных.

Количество пожаров и их последствий в сельской местности



В сельской местности Российской Федерации зарегистрировано:

- 9208 пожаров (-10,4% к АППГ);
- погибло 1157 человек (-7,5%), в том числе 55 детей (-21,4%);
- получили травмы 580 человек (-6,0%).

Прямой материальный ущерб причинён в размере 1245,5 млн. рублей (+33,3%). На сельскую местность пришлось 39,1% от общего количества пожаров, 67,4% материального ущерба, 52,7% от общего числа погибших при пожарах людей и 31,5% травмированных.

На предприятиях, охраняемых подразделениями ФПС МЧС России, зарегистрировано:

- 284 пожара (+8,8% к АППГ);
- погибших 34 человека (+9,7%);
- травмированных 26 человек (+4,0%).

Прямой материальный ущерб причинён в размере 23,4 млн. руб. (-95,0%).

Наибольшее количество пожаров зарегистрировано в жилом секторе. Их доля от общего числа пожаров по России составила 71,1% (в 2014

г. – 72,1%). Гибель людей при пожарах в жилом секторе, от общего количества по стране, составила 92,8% (в 2014 г. – 93,2%), людей, получивших травмы – 79,9% (в 2014 г. – 80,6%).

По сравнению с АППГ снижение количества пожаров зарегистрировано на следующих основных видах объектов: в зданиях складского (-1,0%), общественного (-10,1%) и производственного (-0,7%) назначения, жилом секторе (-10,9%), транспортных средствах (-13,7%) и строящихся объектах (-11,9%). Рост количества пожаров зарегистрирован в зданиях сельскохозяйственного назначения (+5,0%) и на прочих объектах (+15,5%).

Чаще всего пожары происходили в жилых (спальных) комнатах – 5582 случая (23,7% от общего количества), на кухнях – 1660 (7,1%), в саунах – 1667 (7,1%) и на чердаках зданий – 1257 (5,3%). Наибольшее количество тел погибших людей было обнаружено в жилых комнатах – 1368 (62,4% от общего количества), на кухнях – 264 (12,0%) и на верандах, террасах – 102 (4,6%).

За 2 месяца 2015 года от неосторожного обращения с огнём произошло 25,9% (в 2014 г. –

23,4%) от общего количества пожаров, при которых погибло 1260 человек (57,4% от общего количества, в 2014 г. – 54,9%) и 881 человек получил травмы (47,9% от общего количества, в 2014 г. – 47,8%). Значительное количество пожаров произошло по причинам нарушений правил устройства и эксплуатации электрооборудования (30,0% от общего количества) и нарушений правил эксплуатации печного отопления (20,7% от общего количества).

Зарегистрировано уменьшение количества пожаров по следующим основным причинам их возникновения: поджоги (-30,5%), неосторожное обращение с огнём (-0,1%)» неосторожного обращения детей с огнём (-10,5%), нарушения ППБ при проведении электрогазосварочных и огневых работ (-21,9%), нарушения ПУиЭ печного отопления (-17,7%) и электрооборудования (-9,5%). Рост количества пожаров зарегистрирован по прочим причинам (+2,3%).

Вследствие воздействия продуктов горения погибло 1353 человека (61,7% от общего количества), от воздействия высокой температуры – 70 человек (3,2%). Причину гибели людей не удалось установить в 632 случаях (в 28,8% от общего количества погибших). Отмечается рост неустановленных причин гибели людей, по сравнению с АППГ, на 29,2% (с 489 до 632 случаев).

При пожарах погибло пенсионеров – 738 человек (33,6% от общего количества погибших), безработных – 564 человека (25,7%), людей рабочих специальностей – 294 человека (13,4%), нетрудоспособных иждивенцев (инвалидов) – 151 человек (6,9%) и лиц без определенного места жительства – 88 человек (4,0%).

Детей школьного возраста погибло 24 человека (1,1% от общего количества погибших), детей до 6 лет – 83 человека (3,8%).

За 2 месяца 2015 года зарегистрировано 5 пожаров с групповой гибелью людей (пять и более человек), при которых погибло 28 человек (в 2014 г. произошло 6 пожаров, погиб 31 человек) в: Центральном (1 пожар, 5 погибших), Приволжском (3 пожара, 17 погибших) и Уральском (1 пожар, 6 погибших) федеральных округах.

Относительные показатели, характеризующие оперативную обстановку с пожарами за 2 месяца 2015 года по Российской Федерации, следующие:

- количество пожаров, приходящихся на 100 тыс. населения – 16,09 (за АППГ – 17,83);
- средний ущерб, приходящийся на один пожар – 78,57 тыс. рублей (130,78);
- количество погибших при пожарах людей на 100 тыс. населения – 1,50 (1,66);
- количество травмированных при пожарах людей на 100 тыс. населения – 1,26 (1,43).

В 18 субъектах Российской Федерации количество пожаров, приходящихся на 100 тыс. населения, превысили (более чем на 50%) аналогичные общероссийские показатели в: республиках Алтай (на 74,64%), Тыва (50,63%) и Хакасия (55,49%), Забайкальском (75,47%), Камчатском (50,88%), Красноярском (61,49%), Приморском (222,44%) и Хабаровском (152,59%) краях, Амурской (89,58%), Архангельской (54,28%), Курганской (70,09%), Ленинградской (51,36%), Магаданской (84,65%), Новгородской (68,78%), Сахалинской (71,84%) и Тюменской (53,95%) областях, Ямало-Ненецком автономном округе (56,55%), а также в Еврейской автономной области (128,83%).

ANALYSIS OF THE SITUATION WITH FIRES AND CONSEQUENCES FROM THEM ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN 2 MONTHS 2015

In the report of Department of supervising activity and scheduled maintenance statistical data on the number of fires, their reasons and consequences are provided in the Russian Federation in 2 months 2015.

Keywords: *number of fires, number of victims, reasons of fires, consequences of fires.*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Статьи представляются в редакцию в электронном (на компакт-диске или по электронной почте) и отпечатанном (1 экземпляр) виде. Отпечатанный экземпляр должен быть подписан всеми авторами; также на первой странице отпечатанного экземпляра просим указывать раздел, в котором должна быть опубликована статья (перечень разделов можно посмотреть на сайте журнала). Файл с электронным вариантом должен быть назван по фамилиям авторов статьи.

К статье необходимо приложить рецензию (заверенную печатью) специалиста в данной области исследования с указанием научной степени, звания, места работы и должности рецензента.

2. Рукопись объемом не менее 2-х страниц формата А4, отпечатанных в текстовом редакторе MS Word шрифтом Times New Roman высотой 10 пт. через один интервал. Поля: верхнее и нижнее — 2,5 см, правое и левое — 2 см. Текст рукописи располагают в одну колонку; опция «разрыв раздела» может использоваться исключительно для создания альбомных страниц.

3. Обязательным элементом статьи является индекс УДК (указывается на первой странице).

4. На первой странице приводятся сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), место работы (организация и подразделение), занимаемая должность, ученая степень, ученое звание, телефон и e-mail каждого из соавторов.

5. Важными элементами статьи являются аннотация и ключевые слова. Аннотация (не менее 600 знаков с пробелами) должна в сжатой форме, но достаточно полно отражать содержание статьи, не повторяя при этом ее название. Аннотация может кратко повторять структуру статьи: указывается задача исследования, ее актуальность, описываются полученные результаты и сделанные выводы.

В список ключевых слов необходимо включить все понятия, значимые для выражения содержания статьи и для ее поиска.

6. На последнем листе приводятся сведения об авторах, аннотация и ключевые слова на английском языке.

7. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Логические элементы статьи должны быть выделены заголовками: *Введение* (~0,5 страницы), *Выводы* (~0,5 страницы), *другие элементы* – пункты и, возможно, подпункты (например: «Теоретическое обоснование построения анизотропных поверхностей стоимости», «Алгоритм построения анизотропных поверхностей накопленной стоимости», «Анализ характера разрушения опытных образцов», «Расчет прочности тела фундамента»).

8. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Буквы и цифры на рисунке должны быть разборчивы, оси на графиках подписаны. Рисунки и фотографии следует представлять в черно-белом варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение. Избегайте тонких линий в графиках. Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются. Название иллюстраций дается под ними после слова «Рис.» с порядковым номером. Если рисунок в тексте один, номер не ставится.

Подрисуночные подписи не входят в состав рисунка, а располагаются отдельным текстом под иллюстрацией. Если на рисунке вводятся новые (ранее не встречавшиеся в тексте) обозначения, они должны быть расшифрованы в подрисуночной подписи; также здесь поясняются элементы, обозначенные на рисунке цифрами. Рекомендуемая ширина рисунков не более 7,5 см.

Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

9. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые авторами обозначения (за исключением общеизвестных констант типа e , h , c и т. п.) и аббревиатуры должны быть пояснены при их первом упоминании в тексте.

10. Все формулы должны быть набраны в редакторе формул *MathType* шрифтом высотой 10 пт. Пояснения к формулам (экспликации) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки). Латинские обозначения набираются курсивом, названия функций (\sin , \cos , \exp) и греческие буквы — обычным (прямым) шрифтом. Формулы нумеруют в круглых скобках — (2).

11. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 в алфавитном порядке или по порядку упоминания источников в тексте. Собственные работы авторов должны быть представлены в списке наравне с работами других ученых, внесших вклад в исследование данной темы. Одна позиция в списке должна содержать только один источник, не допускается объединение в одной ссылке нескольких источников. При цитировании зарубежных изданий, не переведившихся на русский язык, ссылка приводится на языке оригинала; категорически не допускается оформление ссылки в виде самостоятельно сделанного перевода.

12. Автор несет ответственность за научное содержание статьи и гарантирует оригинальность представляемого материала.

Высылая рукопись, автор гарантирует, что:

- он не публиковал (кроме публикации статьи в виде препринта) и не будет публиковать статью в объеме более 25 % в других печатных или электронных изданиях;
- статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;
- статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

Высылая рукопись, автор соглашается с тем, что редакция журнала имеет право:

- предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;
- производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

Автор также соглашается с тем, что рукописи статей авторам не возвращаются и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.

13. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

14. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту — будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

Материалы

предоставляются по адресу:

Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231, к. 1214

ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России,

Редакция журнала «Вестник Воронежского института ГПС МЧС России»,

тел.: (473) 242-12-63; e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru