

ISSN 2658-6223

Управление в социальных
и экономических системах
(технические науки)

Строительные конструкции,
здания и сооружения
(технические науки)

Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение
(технические науки)

Водоснабжение, канализация,
строительные системы
охраны водных ресурсов
(технические науки)

Строительные материалы
и изделия
(технические науки)

Экологическая безопасность
строительства
и городского хозяйства
(технические науки)

Пожарная и промышленная
безопасность
(технические науки)

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

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

**(ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО
ИНСТИТУТА ГПС МЧС РОССИИ)**

Журнал включен
в «Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций на соискание
ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук ВАК
при Министерстве науки и высшего образования
Российской Федерации»

№ 1 (30), 2019



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

(Журнал перерегистрирован в Роскомнадзоре в 2017 г.
в связи с изменением названия. Ранее выходил под названием
«ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ИНСТИТУТА ГПС МЧС РОССИИ»)

Издается с 2011 года

Выходит 4 раза в год

Научный журнал

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Территория распространения — Российская Федерация.

Журнал индексируется в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU / РИНЦ (Россия), Международном каталоге периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory» (США), размещается на платформе научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (Россия).

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Переписка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Малый Игорь Александрович*, кандидат технических наук, доцент, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)
Заместители главного редактора: *Шарабанова Ирина Юрьевна*, кандидат медицинских наук, доцент, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)
Федосов Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор, академик РААСН Ивановский государственный политехнический университет (Россия, г. Иваново)
Никифоров Александр Леонидович, доктор технических наук, старший научный сотрудник Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

Члены редколлегии:

Акулова Марина Владимировна – д-р техн. наук, профессор, Советник РААСН, заведующий кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)
Алексеев Михаил Иванович – д-р техн. наук, профессор, академик РААСН, профессор кафедры водопользования и экологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (Россия, г. Санкт-Петербург)
Барбин Николай Михайлович – д-р техн. наук, проф., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России» (Россия, г. Екатеринбург)
Бубнов Андрей Германович – д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)
Бутман Михаил Федорович – д-р физ.-мат. наук, проф., Ивановский государственный химико-технологический университет (Россия, г. Иваново)
Бутузов Станислав Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий (в составе учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий) ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» (Россия, г. Москва)
Ерофеев Владимир Трофимович – д-р техн. наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой «Строительные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева» (Россия, Республика Мордовия, г. Саранск)
Ефремов Александр Михайлович – д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры «Технология приборов и материалов электронной техники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)
Камлюк Андрей Николаевич – канд. физ.-мат. наук, доц., Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Республика Беларусь, г. Минск)
Ковтун Вадим Анатольевич – д-р техн. наук, проф., Гомельский инженерный институт МЧС Республики Беларусь (Республика Беларусь, г. Гомель)
Колобов Михаил Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой механики и компьютерной графики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)
Королева Светлана Валерьевна – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

Лопанов Александр Николаевич – д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет (Россия, г. Белгород)
Назарычев Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, ректор ФГАО ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» Министерства энергетики РФ (Россия, г. Санкт-Петербург)
Потемкина Ольга Владимировна – канд. хим. наук, доцент, помощник начальника ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)
Присадков Владимир Иванович – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Россия, г. Балашиха)
Румянцева Варвара Евгеньевна – д-р техн. наук, профессор, Советник РААСН, директор института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)
Сырбу Светлана Александровна – д-р хим. наук, профессор, первый проректор – проректор по научной работе и международным отношениям, заведующий кафедрой неорганической и аналитической химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» (Россия, г. Иваново)
Теличенко Валерий Иванович – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, академик РААСН, президент Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет» (Россия, г. Москва)
Федосеев Вадим Николаевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой организации производства и городского хозяйства ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)
Хафизов Ильдар Фанильевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (Россия, г. Уфа)
Циркина Ольга Германовна – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)
Шарнина Любовь Викторовна – д-р техн. наук, профессор кафедры химических технологий волокнистых и красящих веществ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)
Шевцов Сергей Александрович – д-р техн. наук, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты Воронежского института – филиала ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Редактор: *Дьякова Юлия Михайловна*

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

Подписано в печать 21.03.2019 г. Усл. печ. л. 6, 1. Тираж 500 экз. Заказ №70.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-73129 от 22.06.2018.

Адрес редакции: 153040, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33;
тел.: (4932) 34-38-18; e-mail: journal@edufire37.ru

© ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2019

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ) MANAGEMENT IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

- Пушина Л. Ю., Чумаков М. В.** О поколенческом подходе к формированию культуры безопасности жизнедеятельности..... 5
Pushina L. Yu., Chumakov M. V. About the generational approach to the formation the culture of safety.... 5
- Салионов Д. С.** Модель информационной системы поддержки управления в процессе расследования пожаров..... 13
Salionov D. S. Model of information system to support management in the investigation of fires 13
- Смирнов А. В.** Оценка эффективности многоагентной системы распределения ресурсов для управления пожарной безопасностью предприятий химической отрасли 24
Smirnov A. V. Evaluation of the effectiveness of multi-agent system for resource allocation for the management of fire safety of the enterprises of chemical industry 24

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ) BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND FACILITIES

- Фёдоров В. Ю.** Огнестойкость железобетонных балок в зависимости от изменения их несущей способности в условиях эксплуатации 30
Fedorov V. Yu. Fire resistance of reinforced concrete beams depending on the change of their bearing capacity under operating conditions 30

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ) BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

- Флегонтов Д. В., Акулова М. В., Петров А. В., Потемкина О. В.** Методика комплексного исследования бетонов, подвергшихся термическому воздействию на пожаре. 36
Flegontov D. V., Akulova M. V., Petrov A. V., Potjomkina O. V. Technique of complex research of concretes, exposed to thermal exposure to fire 36

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ) ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND URBAN MANAGEMENT

- Наместникова О. В., Бузаева М. В.** Мониторинг засоления почв в системе обеспечения экологической безопасности крупного города 44
Namestnikova O. V., Buzaeva M. V. Monitoring of soil salinity in the system of ecological safety of a large city..... 44

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ) FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY (TECHNICAL)

- Батов Д. В., Антонова О. А., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е.** Исследование термохимических характеристик микроэмульсий вода – пав – ингибитор горения (2-иодгептафторпропан) при стандартных условиях с целью создания комбинированных огнетушащих средств 53
Batov D. V., Antonova O. A., Mochalova T. A., Storonkina O. E. The study thermochemical characteristics of microemulsion water – surfactant – flame retardant (2-ideptification) under standard conditions with the purpose of creating combined fire extinguishing 53

Бритиков Д. А., Шевцов С. А., Каргашилов Д. В., Русских Д. В., Столярчук О. И. Управление взрывобезопасными режимами сушки и хранения зерна на предприятиях элеваторной промышленности	59
Britikov D. A., Shevtsov S. A., Kargashilov D. V., Russkih D. V., Stolyarchuk O. I. Management of the fireproof modes of drying and storage grains at the enterprises of the elevator industry	59
Ермилов А. В., Семенов А. О., Смирнов В. А., Зимин Г. С. Способы реализации графического анализа динамики развития и тушения пожара	68
Yermilov A. V., Semenov A. O., Smirnov V. A., Zimin G. S. Methods of implementation of the graphical analysis of the dynamics of development and extinguishing of fire	68
Сараев И. В., Бубнов А. Г., Моисеев Ю. Н. Применение комплексного критерия относительной общей пользы для выбора средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных на примере подразделений МЧС России Ульяновской области	74
Sarayev I. V., Bubnov A. G., Moiseev Yu. N. Application of complex criteria of relative general use for the selection of means of individual protection of respiratory organs and field vision on the example of Emercom Ministry of Russia of the Ulyanovsk Region	74
Сизов А. П., Комельков В. А., Топоров А. В., Винокуров М. В. Методика определения долговечности магнитожидкостных устройств для использования в пожарной технике	83
Sizov A. P., Komelkov V. A., Toporov A.V., Vinokurov V. M. The technique of definition of durability of a magnetic fluid devices for use	83
Торопова М. В., Лазарев А. А., Мочалов А. М. Особенности осуществления пожарного надзора в сфере производства текстильной продукции	88
Toropova M. V., Lazarev A. A., Mochalov A. M. Features of fire supervision in the textile products	88

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 316.75

О ПОКОЛЕНЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ФОРМИРОВАНИЮ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л. Ю. ПУШИНА, М. В. ЧУМАКОВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: Bas2808@yandex.ru

В работе в целях совершенствования деятельности по формированию культуры безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации обосновывается необходимость учета при ее организации и осуществлении поколенческих различий.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности рассматривается как комплекс взаимосвязанных процессов по выработке различных ее компонентов – когнитивного, деятельностного и аксиологического. Подчеркивается первостепенная значимость аксиологического компонента как основы для формирования двух других компонентов.

На основании данных собственного социологического исследования выявляются факторы, учет которых при организации деятельности по формированию культуры безопасности жизнедеятельности может сделать ее более успешной; в число таких факторов предлагается включить поколенческие различия.

В этой связи дается определение понятия «поколение», проводятся различия между поколением и возрастной группой; поколение интерпретируется как мезо-уровневый социальный феномен, как социальная общность, обладающая уникальными характеристиками, к числу которых относится поколенческий габитус. Устанавливается, что особый габитус поколения проявляет себя, прежде всего, в социальных практиках генерации и разделяемых ей инструментальных ценностях, в том, какой способ отношений между представителями генерации и их внешним окружением доминирует в процессе осуществления деятельности: коллективизм или индивидуализм, экстравертность или интровертность, активность или пассивность. С учетом того, что в современном российском обществе наличествуют поколения, часть из которых ориентируется на коллективистские ценности и активность, а другая часть – на индивидуалистические ценности и созерцательность, предлагается мотивировать представителей разных генераций к освоению и соблюдению норм безопасной жизнедеятельности с помощью различной аргументации.

Ключевые слова: культура безопасности жизнедеятельности; формирование культуры безопасности жизнедеятельности; поколение; генерация; габитус; инструментальные ценности.

ABOUT THE GENERATIONAL APPROACH TO THE FORMATION THE CULTURE OF SAFETY

L. Yu. PUSHINA, M. V. CHUMAKOV

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: Bas2808@yandex.ru

The formation of a culture of life safety is considered as a set of interrelated processes for the development of its various components – cognitive, activity and axiological. The primary importance of the axiological component as a basis for the formation of the other two components is emphasized.

On the basis of the data of own sociological research the factors are revealed, which account at the organization of activity on formation of culture of safety of activity can make it more successful; it is offered to include generational differences among such factors.

In this regard, the definition of the concept of "generation" is given, the differences between generation and age group are made; generation is interpreted as a meso-level social phenomenon, as a social community with unique characteristics, including generational habitus. It is established that the special habit of generation manifests itself, first of all, in the social practices of generation and the instrumental values shared by it, in what way of relations between representatives of generation and their external environment dominates in the process of implementation of activity: collectivism or individualism, extrovert or introvert, activity or passivity. Taking into account the fact that in modern Russian society there are generations, some of which are focused on collectivist values and activity, and the other part – on individualistic values and contemplation, it is proposed to motivate representatives of different generations to the development and compliance with the norms of safe living through various arguments.

Key words: culture of life safety; formation of culture of life safety; generation; habit; instrumental values.

Введение. Значимость проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности (КБЖ) в современном мире вряд ли у кого вызывает сомнения.

Так, в Основах государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года (утверждены Указом Президента РФ № 696 от 20.12.2016) отмечается, что современному российскому обществу приходится противостоять «вызовам», к числу которых относятся:

- нарастание рисков возникновения крупномасштабных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе связанных с глобальным изменением климата, ухудшением технического состояния объектов производственной и транспортной инфраструктуры, критически важных и потенциально опасных объектов;
- увеличение в среднесрочной и долгосрочной перспективе размера возможного ущерба от крупномасштабных чрезвычайных ситуаций и объема работ по защите населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях;
- угроза возникновения очагов вооруженных конфликтов и их эскалации;
- сохранение вероятности возникновения эпидемий, в том числе вызванных новыми, неизвестными ранее возбудителями инфекционных заболеваний человека и животных;
- растущая угроза проявлений экстремизма¹.

В связи с этим представляется очевидным, что одним из значимых факторов сохранения жизнеспособности современного российского общества является обеспечение безопасности людей. А это, по мнению специалистов, означает необходимость решения триединой задачи:

- внедрения новейших научно-технических достижений, в том числе, и в обеспечение безопасности населения;
- совершенствования и использования организационно-правовых норм и административного ресурса в этих целях;
- формирования культуры безопасности жизнедеятельности [1, С. 134].

Целью данной работы является совершенствование организации деятельности по формированию культуры безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации.

Понятие и структура культуры безопасности жизнедеятельности, сущность деятельности по ее формированию. Под культурой безопасности жизнедеятельности исследователи понимают уровень развития человека и общества, характеризуемый значимостью задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе личных и социальных ценностей, распространенностью стереотипов безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций [2, С. 82].

В качестве носителей культуры безопасности жизнедеятельности (иначе – ее субъектов) могут выступать личность, социальная общность (группа, коллектив) и общество в целом, в связи с чем специалисты выделяют следующие уровни КБЖ:

- индивидуальный, который включает в себя мировоззрение, нормы поведения, ценностные ориентации личности и ее подготов-

¹ Указ Президента РФ от 20.12.2016 г. № 696 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года».

ленность в области безопасности жизнедеятельности;

– коллективный – представлен корпоративными ценностями, профессиональной этикой и моралью, подготовленностью персонала организации в сфере безопасности жизнедеятельности;

– общественно-государственный – включает традиции безопасного поведения, общественные ценности, подготовленность всего населения в области безопасности жизнедеятельности [3, С. 27-28].

В современной научной литературе в структуре культуры безопасности жизнедеятельности выделяют следующие основные блоки:

- когнитивный (познавательный),
- аксиологический (ценностный),
- деятельностный [4].

Соответственно, под формированием КБЖ подразумевают целенаправленное воздействие на людей в целях получения ими знаний, умений и навыков в области безопасности жизнедеятельности, а также воспитания у них внутренней осознанной потребности следовать определенным нормам и правилам безопасного поведения²; знания в данном случае составят когнитивный уровень КБЖ, умения и навыки – деятельностный, осознанная потребность следовать нормам безопасного поведения – аксиологический.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности, таким образом, представляет собой комплекс взаимосвязанных процессов по выработке различных ее компонентов. Однако наиболее важным аспектом нам представляется формирование аксиологического блока КБЖ и привитие гражданам убежденности в том, что безопасность является значимой ценностью. Только в том случае если такая убежденность будет сформирована, у людей появится достаточно сильная мотивация к освоению знаний и навыков в области безопасности жизнедеятельности, и, следовательно, успешное формирование аксиологического блока КБЖ является основой для выработки когнитивного и деятельностного блоков.

Факторы, требующие учета при организации адресной работы по формированию КБЖ. Согласно Концепции информационной политики МЧС России до 2020 года, утвержденной Коллегией министерства 16 сентября 2016 г., стратегическими задачами ведомства на означенный период являются

обеспечение безопасности и профилактика чрезвычайных ситуаций, а также пропаганда культуры безопасности. При этом приоритетным направлением является адресная информационно-просветительская работа с различными аудиториями³.

Ведение адресной работы по формированию культуры безопасности жизнедеятельности делает необходимым изучение того, какие категории граждан в большей, а какие – в меньшей степени обладают необходимыми составляющими КБЖ, и, следовательно, какие факторы обуславливают уровень подготовленности людей в вопросах безопасности жизнедеятельности (БЖД).

С целью выявления этих факторов в мае-сентябре 2017 года по репрезентативной выборке нами было проведено социологическое исследование, в ходе которого было опрошено 369 жителей Ивановской области в возрасте 16 лет и старше, 38,1 % из которых составили мужчины, 61,9 % – женщины, проживающие как в сравнительно крупных городах, так и в небольших муниципальных образованиях региона.

Как выяснилось, к числу таких факторов относятся:

– гендерная принадлежность (мужчины владеют знаниями и навыками в вопросах безопасности жизнедеятельности в целом лучше, чем женщины; возможно, потому, что многие из них проходили службу в рядах Вооруженных Сил);

– уровень и профиль образования (большая осведомленность в вопросах безопасности свойственна наиболее образованным и, прежде всего, лицам, получившим военное и медицинское образование);

– род деятельности (самый низкий уровень подготовленности в области БЖД присущ неработающим гражданам);

– сфера занятости (наилучшую подготовленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, что естественно, демонстрируют сотрудники МЧС России и силовых структур (армии, МВД, ФСБ и пр.), а также работники здравоохранения и сферы государственного и муниципального управления, поскольку, в соответствии с требованиями законодательства, они регулярно проходят обучение и участвуют в тренировках по гражданской обороне; самый низкий уровень подготовленности отмечается у работников сельского хозяйства);

– принадлежность к той или иной категории работников (наибольшая осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятель-

² Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 22.3.07-2014 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности». Дата введения 2015-04-01.

³ Официальный сайт МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/32893986> (дата обращения: 28.09.2018).

ности отмечается у руководителей структурных подразделений);

– уровень материальной обеспеченности (чем он выше, тем серьезнее отношение к проблемам безопасности и выше информированность в соответствующей сфере; чем он ниже, тем хуже подготовленность в вопросах БЖД и тем более явно выражено безразличие к ним);

– возраст (чем старше респонденты, тем больше внимания они уделяют вопросам безопасности жизнедеятельности, при этом респонденты из старшей возрастной группы в большей степени, нежели представители других возрастных когорт, ощущают недостаток обучающей информации по вопросам БЖД и в случае возникновения опасной или чрезвычайной ситуации скорее всего, предпримут неправильные действия) [5, С. 11-12].

Результаты исследования к тому же позволяют сделать вывод об отсутствии у жителей Ивановской области достаточной внутренней мотивации к реализации безопасного поведения [там же].

Учет поколенческих различий в работе по формированию КБЖ россиян. В рамках социологического исследования, результаты которого представлены выше, мы не ставили перед собой задачи выявить, как уровень подготовленности в вопросах безопасности жизнедеятельности сопрягается с принадлежностью респондентов к тому или иному поколению. Между тем, думается, адресная работа по формированию КБЖ была бы более успешной, если бы она основывалась на учете не только гендерных, образовательных, возрастных и пр., но и поколенческих различий. Прежде всего, потому что именно поколения в рамках единой этнической общности (народа) различаются между собой системой ценностей, а именно аксиологический (ценностный) компонент КБЖ, как было показано выше, составляет основу для формирования других ее компонентов.

Здесь уместно вспомнить о том, что в науке имеют место два подхода к поколенческой проблематике.

В рамках первого из них, который можно назвать *социально-демографическим*, в качестве поколений фактически рассматриваются возрастные группы (дети, молодежь, люди среднего возраста, пожилые) и исследуются социально-психологические, социально-экономические и другие различия между ними, обусловленные разницей в возрасте. Недостаток данного подхода мы видим в следующем: в любом обществе деление на возрастные группы в целом остается неизменным, поэтому в рамках данного подхода невозможно выявить

культурно-исторического своеобразия каждого из поколений.

Второй подход, названный нами *социокультурным*, представляется более предпочтительным, поскольку он, во-первых, основывается на признании и выявлении уникальности каждого поколения, во-вторых, позволяет учесть тот факт, что поколения – стабильные социальные образования в том смысле, что принадлежность к ним сохраняется на протяжении всей жизни входящих в них индивидов (тогда как принадлежность к возрастной группе по мере прохождения людьми различных фаз жизненного цикла, естественно, меняется) [6, С. 24-25].

С точки зрения *социокультурного* подхода, поколение (иначе – генерация) – это социальная общность, составленная из нескольких близких возрастных когорт (возрастной когортой в демографии называется совокупность людей, родившихся в один и тот же период времени – календарный год или несколько лет, т. е. совокупность людей близкого возраста, ровесников [7, С. 31]), формирование которых (в пору юности и ранней взрослости) осуществлялось в одинаковых социально-исторических условиях и предопределялось влиянием одних и тех же социально значимых событий и изменений. При этом скорость социальных изменений обуславливает *количественные* характеристики поколения – его «длину» и численность (чем скорость выше, тем поколение «короче» и малочисленнее, чем она ниже, тем поколение «длиннее»). Специфические *качественные* характеристики, отличающие каждое поколение от других аналогичных общностей и возникающие именно в силу того, что на раннюю социализацию различных генераций оказывают влияние разные исторические события и процессы, воплощаются в поколенческом габитусе [6, С. 56].

Габитусом в современном социально-гуманитарном знании принято называть особый склад, характерный для всех членов той или иной социальной общности, который каждый из них несет в себе [8, С. 253]; это система устойчивых и переносимых диспозиций [9, С. 102], т. е. предрасположенностей к определенному восприятию событий и определенным образцам действий.

Особый габитус поколения проявляет себя, прежде всего, в системе ценностей, единой для всех составляющих поколение индивидов.

Ценность – междисциплинарный и многозначный концепт. Обобщив различные подходы к его интерпретации, можно дать следующее определение: ценность – это значимое для социального субъекта (индивида или общности, группы) явление духовной или матери-

альной культуры, воспринимаемое субъектом либо в качестве нормы, либо в качестве идеала, блага, либо в качестве источника пользы, выгоды [10, С. 290].

Принято различать ценности мировоззренческие (или социальные идеалы) и инструментальные. *Социальные идеалы* – это выработанные общественным сознанием и присутствующие в нем обобщенные представления о совершенстве в различных сферах жизни. *Инструментальные ценности* представляют собой социально значимые ресурсы, которые используются индивидами в социальных практиках; в отличие от идеалов, характеризующих то, что движет людьми, инструментальные ценности относятся к средствам, которые люди используют для достижения целей [11, С. 22].

Важно отметить, что поколение формируется целой совокупностью социальных факторов, и если некоторые из этих факторов могут быть сходными в различных странах и регионах мира, то вся их совокупность в целом, которая складывается в определенной стране, является неповторимой и уникальной. Поэтому сверстники, проживающие в разных странах мира, не образуют единого поколения; в рамках одной генерации могут быть объединены только соотечественники. Другими словами, поколения представляют собой социальные образования мезо-уровня [12, С. 33].

Любое поколение в основном разделяет базовые ценности, присущие тому народу (этносу), составной частью которого оно является. Однако, поскольку появление новой генерации обусловлено изменением социально-исторической ситуации, поколение «откликается» на это изменение некоторой модификацией базовой системы ценностей, которая «используется» им для решения новых социальных задач [13]. При этом, как показывают исследования [14], социальные идеалы трансформируются новыми поколениями в гораздо меньшей степени, чем инструментальные ценности. Таким образом, габитус поколения обнаруживается, главным образом, в присущих ему инструментальных ценностях, и, следовательно, в его социальных практиках. Если говорить конкретнее, поколенческий габитус проявляется в том, каков ведущий способ отношений между представителями генерации и их внешним окружением в процессе осуществления деятельности: коллективизм или индивидуализм, экстравертность или интровертность, активность или пассивность. Специалисты в этой связи отмечают, что один тип поколений стремится к коллективному общению и деятельности, тогда как другой – тяготеет к индивидуализму; одни поколения являются активными субъектами социокультурной дея-

тельности, они энергично ломают старую культуру и также энергично строят свою, новую, другие – пассивны, они созерцают, думают, осмысливают мир и себя, не участвуя активно в социальном процессе [15].

По разработанной нами методике [6] мы выявили генерации, наличествующие в современном российском обществе, и определили их «границы». Это: военное поколение – лица 1921-1933 годов рождения; поколение «оттепели» или «шестидесятников» – родившиеся в 1934-1944 гг.; поколение «застоя» – те, кто родились в 1945-1964 гг.; поколение «перестройки» – лица 1965-1971 г. р.; постсоветское поколение – 1972-1980 г. р.; поколение, условно названное нами поколением «путинской стабилизации» – 1981-1988 г. р. (По нашему мнению, есть основания полагать, что, в связи с такими значимыми событиями, как Олимпиада в Сочи и воссоединение Крыма с Россией, сегодня в нашей стране формируется новая поколенческая общность, границы и характеристики которой требуют дополнительного изучения.)

Согласно результатам наших исследований [6], которые вполне согласуются с данными выдающихся отечественных социологов Ю.А. Левады [16] и В.В. Семеновы [17], в современном российском обществе представлены как поколения, исповедующие коллективистские ценности, так и поколения, ориентированные на ценности индивидуализма, как «активисты», так и «созерцатели». К примеру, военное поколение, поколения «оттепели» и «застоя» тяготеют к коллективизму, тогда как более молодые генерации – к индивидуализму; «шестидесятники», несомненно, являются «экстравертами» и «активистами», а представители перестроечного поколения, скорее, «интроверты» и «созерцатели».

Наша идея состоит в том, что мотивирование представителей разных поколений к освоению и соблюдению ими правил безопасной жизнедеятельности должно строиться на различной аргументации. Можно предположить, что в отношении «коллективистов», которые могут пренебречь собственным благом во имя общего блага, следует использовать аргументы, основанные на том, что знание и соблюдение норм БЖД каждым отдельным индивидом – необходимое условие обеспечения безопасности и процветания страны и ее народа в целом; в отношении «индивидуалистов» более действенными, как представляется, окажутся аргументы, связанные с реализацией их собственных потребностей и интересов и обеспечением их личного благополучия. В аргументах, обращенных к «активистам», стоит делать акцент на том, что безопасность является предпосылкой и условием для

успешной реализации какой-либо деятельности; обращаясь к «созерцателям», безопасность следует трактовать как автотелическую ценность (т. е. ценность, не нуждающуюся в обоснованиях, самоценность) в ряду других гуманистических ценностей, к которым относятся жизнь, свобода, личностное достоинство, личностное развитие и пр.

Выводы. Итак, культура безопасности жизнедеятельности отражает уровень подготовки в области безопасности жизнедеятельности социальных субъектов (индивидов, социальных общностей и организаций, общества в целом) и осознанную потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения.

Эффективная организация деятельности по формированию КБЖ россиян предполагает ведение *адресной* информационно-просветительской и воспитательной работы в соответствующем направлении. Это означает необходимость учета различий между представителями разных социальных общностей – гендерных, образовательных, профессиональных, возрастных и др. Важным с точки зрения совершенствования работы по формированию КБЖ нам представляется учет и поколенческих различий.

С позиций социокультурного подхода мы понимаем под поколением большую социальную общность, сформированную из нескольких близких возрастных когорт и обладающую уникальными характеристиками, к которым относятся ее количественные параметры – «длина» и численность, а также ее качественное своеобразие, воплощающееся в специфическом габитусе. В числе прочего, поколенческий габитус обнаруживается в социальных практиках генерации, которые реализуются на основе различных инструментальных ценностей – коллективизма или индивидуализма,

экстравертности или интровертности, активности или пассивности.

В современном российском обществе наличествуют поколения, ориентированные на различные инструментальные ценности. В этой связи мы полагаем, что представителей разных поколений необходимо мотивировать к освоению и соблюдению правил безопасной жизнедеятельности с помощью различной аргументации:

поколения «коллективистов» – делая акцент на том, что знание и соблюдение норм БЖД отдельным индивидом – необходимое условие обеспечения безопасности и процветания общества в целом;

поколения «индивидуалистов» – связывая соблюдение норм БЖД с обеспечением их личного благополучия;

поколения «активистов» – интерпретируя безопасность как предпосылку и непременное условие для успешной реализации деятельности;

поколения «созерцателей» – представляя безопасность как автотелическую, не нуждающуюся в дополнительных обоснованиях ценность, соотносящуюся с другими гуманистическими ценностями, такими как жизнь, свобода, личностное достоинство, самореализация.

Полагаем, что работа по формированию культуры безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации, если строить ее с учетом поколенческих различий, будет более успешной. В этой связи нам представляется необходимым проведение дополнительных эмпирических исследований, которые позволили бы полнее выявить специфику различных поколений современного российского общества, прежде всего, в их отношении к безопасности и реализации норм безопасной жизнедеятельности.

Список литературы

1. Методические рекомендации для специалистов органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по формированию культуры безопасности жизнедеятельности среди населения с использованием средств массовой информации. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 134 с.
2. Воробьев Ю.Л., Пучков В.А., Дурнев Р.А. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. М.: Деловой экспресс, 2006. 316 с.
3. Акимов В.А., Дурнев Р.А. Культура безопасности жизнедеятельности как системообразующий фактор снижения рисков чрезвычайных ситуаций в современных условиях // Технологии гражданской безопасности. 2008. № 4. С. 26-30.
4. Есипова А.А., Ребко Э.М. Основные структурные компоненты культуры безопасности жизнедеятельности // Молодой ученый. 2014. №18.1.

References

1. *Metodicheskie rekomendacii dlya specialistov organov ispolnitel'noj vlasti sub"ektov Rossijskoj Federacii po formirovaniyu kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti sredi naseleniya s ispol'zovaniem sredstv massovoj informacii.* M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2013, 134 p.
2. Vorob'ev Yu.L., Puchkov V.A., Durnev R.A. *Osnovy formirovaniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya* [Bases of formation of culture of safety of activity of the population]. M.: Delovoj ehkspress, 2006, 316 p.
3. Akimov V.A., Durnev R.A. *Kul'tura bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti kak sistemoobrazuyushchij faktor snizheniya riskov chrezvychajnyh situacij v sovremennyh usloviyah* [Culture of life safety as a system-forming factor of reducing the risks of emergencies in modern conditions]. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2008, № 4, pp. 26–30.

С. 36–38.

5. Пушина Л.Ю., Тихановская Л.Б., Найденова С.В. Потребность в безопасности как фактор формирования культуры безопасности жизнедеятельности // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). 2018. № 3. С. 9–14.

6. Пушина Л.Ю. Социальная ответственность поколений. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2012. 174 с.

7. Беляева Л.А. Социальный портрет возрастных когорт в постсоветской России // Социологические исследования. 2004. № 10. С. 31–42.

8. Элиас Н. Общество индивидов. М.: Практик, 2001. 336 с.

9. Бурдые П. Практический смысл. Пб.: Алетейя, 2001. 562 с.

10. Максименко А.А. Социологическая интерпретация понятия «ценность» // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2011. № 2. С. 284–291.

11. Леонтьев Д.А. Ценность как междисциплинарное понятие: опыт многомерной реконструкции // Вопросы философии. 1996. №4. С. 15–26.

12. Пушина Л.Ю. Поколение как социокультурная общность // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2011. № 3(23). С. 28–34.

13. Водолажская Т.В., Кацук Н.Л. Поколения как субъекты социокультурного пространства: постановка проблемы и возможности исследования // Социологическое знание и социальные процессы в современном белорусском обществе: Сб. статей, подготовленных по итогам Пятой межинститутской научно-практической конференции молодых ученых. Минск: Ин-т социологии НАН Беларуси, 2005. С. 30–42.

14. Пак Г.С., Ширяева П.А. Повседневные практики пожилых в контексте префигуративной культуры // Старшее поколение в современной семье / под общ. ред. проф. З.Х. Саралиевой. Н. Новгород, 2009. С. 342.

15. Шипулина Н.Б. Поколение как субъект культуры // Известия ВГПУ. 2004. № 2 (07). С. 35–46.

16. Левада Ю.А. Поколения XX века: возможности исследования // Отцы и дети: поколенческий анализ современной России / Сост. Ю. Левада, Т. Шанин. М.: Новое литературное обозрение (НЛО), 2005. С. 39–60.

17. Семенова В.В. Социальная динамика поколений: проблема и реальность. М.: РОССПЭН, 2009. 271 с.

4. Esipova A.A., Rebko E.H.M. Osnovnye strukturnye komponenty kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [The basic structural components of a culture of safety]. *Molodoy uchenyj*, 2014, №18.1, pp. 36–38.

5. Pushina L.Yu., Tihanovskaya L.B., Najdenova S.V. Potrebnost' v bezopasnosti kak faktor formirovaniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [The need for security as a factor in the formation of a culture of safety]. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii (Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity)*, 2018, № 3, pp. 9–14.

6. Pushina L.Yu. *Social'naya otvetstvennost' pokolenij* [Social responsibility of generations]. Ivanovo: Ivan. gos. un-t, 2012, 174 p.

7. Belyaeva L.A. Social'nyj portret vozrastnyh kogort v postsovetsoj Rossii [Социальный портрет возрастных когорт в постсоветской России]. *Sociologicheskije issledovaniya*, 2004. № 10, p. 31–42.

8. E.Hlias N. *Obshchestvo individov* [Society of individuals]. M.: Praxis, 2001, 336 p.

9. Burd'e P. *Prakticheskij smysl* [Practical sense]. SPb.: Aletejya, 2001, 562 p.

10. Maksimenko A.A. Sociologicheskaya interpretaciya ponyatiya «cennost'» [Sociological interpretation of the concept «value»]. *Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova*, 2011, № 2, pp. 284–291.

11. Leont'ev D.A. Cennost' kak mezhdisciplinarnoe ponyatie: opyt mnogomernoj rekonstrukcii [Value as an interdisciplinary concept: the experience of multidimensional reconstruction]. *Voprosy filosofii*, 1996, № 4, pp. 15–26.

12. Pushina L.Yu. Pokolenie kak sociokul'turnaya obshchnost' [Generation as a social and cultural community]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Social'nye nauki*, 2011, № 3(23), p. 28–34.

13. Vodolazhskaya T.V., Kacuk N.L. Pokoleniya kak sub'ekty sociokul'turnogo prostranstva: postanovka problemy i vozmozhnosti issledovaniya [Generations as subjects of socio-cultural space: problem statement and research opportunities]. *Sociologicheskoe znanie i social'nye processy v sovremennom belorusskom obshchestve: Sb. statej, podgotovlennyh po itogam Pyatoj mezhhinstitutskoj nauchno-prakticheskoi konferencii molodyh uchenyh*, Minsk: In-t sociologii NAN Belarusi, 2005, p. С. 30–42.

14. Pak G.S., SHiryayeva P.A. Povsednevnye praktiki pozhilyh v kontekste prefigurativnoj kul'tury [Daily practices of older persons in the context of a prefigurative culture]. *Starshee pokolenie v sovremennoj sem'e*. N. Novgorod, 2009, p. 342.

15. SHipulina N.B. Pokolenie kak sub'ekt kul'tury [Generation as a subject of culture]. *Izvestiya VGPU*, 2004, № 2 (07), pp. 35–46.

16. Levada Yu.A. Pokoleniya HKH veka: vozmozhnosti issledovaniya [Generations of the twentieth century: research opportunities]. *Otcy i deti: pokolencheskij analiz sovremennoj Rossii*. M.: Novoe literaturnoe obozrenie (NLO), 2005, pp. 39–60.

17. Semenova V.V. *Social'naya dinamika pokolenij: problema i real'nost'* [Social dynamics of generations: problem and reality]. M.: ROSSPEHN, 2009, 271 p.

Пушина Лада Юрьевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат социологических наук, доцент

E-mail: Bas2808@yandex.ru

Pushina Lada Yurievna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

candidate of sociological sciences, associate professor

E-mail: Bas2808@yandex.ru

Чумаков Михаил Вячеславович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
кандидат технических наук, заведующий кафедрой основ экономики функционирования
РСЧС

E-mail: o-spartak@mail.ru

Chumakov Mikhail Vyacheslavovich

candidate of technical sciences, head of the Department of economic basics of functioning of
the Russian Emergency System

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

E-mail: o-spartak@mail.ru

УДК 004.02

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ

Д. С. САЛИОНОВ

Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4
E-mail: salionov.dmitrij@mail.ru

Проведен анализ работы системы МЧС России в области расследования пожаров. Рассмотрены материалы по пожарам: процесс расследования и заключение по итогу. Проведен анализ программного обеспечения с целью обоснования недостаточной поддержки лицу, принимающему решение. Анализ статистических данных на территории Российской Федерации позволяет сделать вывод о значимости и роли расследования пожаров в профилактической деятельности. По результату анализа работы и взаимодействия заинтересованных лиц в решении задач, возникающих вследствие пожара, выявлены проблемные моменты процесса расследования и проведения экспертизы по пожару.

Проанализированы способы и методы существующих алгоритмов работ по расследованию пожаров. Обозначены проблемные моменты. Выбран способ решения обозначенных проблем. Разработана и охарактеризована схема межведомственного взаимодействия с учетом алгоритма расследования пожаров. Представлено математическое описание перспективного применения разработанной структуры процесса расследования. Рассмотрена на примере реальных пожаров разработанная модель. Продемонстрированы поэтапные подключения и внедрения в существующую систему процесса расследования. Представлен поэтапно способ решения проблем расследования пожаров с учетом управленческой составляющей. Отражены достигаемые результаты в процессе расследования пожаров. Выводы демонстрируют достигнутые результаты в процессе исследования.

Ключевые слова: пожарная безопасность; расследование пожаров; многоагентные системы; фантомный агент; база правил; база ассоциаций; сводный фасет данных.

MODEL OF INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT MANAGEMENT IN THE INVESTIGATION OF FIRES

D. S. SALIONOV

Academy of state fire service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
E-mail: salionov.dmitrij@mail.ru

The analysis of the EMERCOM of Russia in the field of fire investigation. The materials reviewed by fire: the investigation process and conclusion at the end. The analysis of the software to justify the lack of support to the decision-maker. Analysis of statistical data on the territory of the Russian Federation leads to the conclusion about the importance and role of fire investigation in preventive activities. As a result of the analysis of the work and interaction of stakeholders in solving problems arising from the fire, identified problematic aspects of the investigation and examination of the fire.

Examines the ways and methods of the existing algorithms works on the investigation of fires. The problem points are indicated. The method of solving the indicated problems is chosen. The scheme of inter-departmental interaction taking into account algorithm of investigation of fires is developed and characterized. The mathematical description of perspective application of the developed structure of the investigation process is presented. The developed model is considered on the example of real fires. Step-by-step connections and implementation of the investigation process into the existing system are demonstrated. The article presents a step-by-step way to solve the problems of fire investigation, taking into account the management component. The achieved results in the process of fire investigation are reflected. The findings demonstrate the results achieved in the research process.

Key words: fire safety; fire investigation; multi-agent systems; phantom agent; rule base; Association database; summary data facet.

Введение

Эффективность расследования пожаров и проведения работ, а также сроки подготовки и предоставления документов в контролирующие органы в значительной степени определяются своевременностью, качеством и достоверностью. Проведенный в работе анализ литературных источников, а вместе с этим пожаров и материалов по проведению проверок по ним, позволил сделать вывод, что для расследования пожара самыми важными являются такие показатели, как: время, трудозатраты, владение большим количеством теоретических знаний и практических навыков. Зачастую рабочий процесс затягивается на неопределенный срок, качество исполнения проверочных действий – на низком уровне вследствие допущения ошибок при обследовании объекта, возникновения все новых и новых обстоятельств. Информация не имеет «прозрачности», то есть лицо, принимающее решение, не имеет контроля над происходящим процессом: о статусе исполнения требований, не знает о причинах и проблемах, оказывающих отрицательное воздействие на результат. Вследствие ошибок лица, принимающего решения, или в силу «человеческого фактора» из-за колоссального количества рутинной работы и других неблагоприятных обстоятельств оказывается отрицательное влияние на эффективность проведения мероприятий по расследованию пожаров. Частыми являются случаи, когда выводы, сделанные специалистом по расследованию пожаров, опровергаются при дальнейшем тщательном исследовании процесса или из-за допущенных ошибок при организации и проведении этих действий теряют юридическую силу. Результаты расследования пожаров служат основой для формирования профилактических мероприятий, а вследствие выбора решающего направления в распределении сил и средств Министерства по чрезвычайным ситуациям, особо нуждающимся направлениям деятельности, с целью увеличения безопасности людей и сохранения материальных ценностей [1,2,3].

В связи с этим возникает необходимость усовершенствовать существующую систему проведения мероприятий в области расследования пожаров. Осуществить это можно с помощью внедрения модели управления на основе теории многоагентных систем с использованием компонентов как основных регулирующих элементов, в частности, фантомного агента, и создания адаптивных алгоритмов действий для лица, принимающего решения [4]. Модель позволит повысить эффективность действий по расследованию, а именно: увеличить производительность труда за счет сокращения временных показателей и снижения трудозатрат.

Подобные мероприятия позволят соблюдать установленные законодательством РФ сроки, отведенные для сбора максимального количества необходимой информации. Данные обстоятельства наиболее актуальны для удаленных населенных пунктов, где процесс экспертизы может затягиваться естественным образом.

Следовательно, система дистанционной поддержки позволит своевременно и точно принимать управленческие решения в процессе расследования, сократит сроки проведения проверки по пожару, позволит не упустить детали, которые могут способствовать вынесению заключения, а также позволит эксперту лаборатории удаленно, но своевременно участвовать в расследовании пожара на начальной стадии совместно с должностными лицами, принимающими решения.

Анализ статистических данных по пожарам и ущербу позволяет сделать вывод о значимости органов, принимающих участие в процессе расследования пожаров [5]. Значимость должностных лиц и необходимость повышения уровня профессионализма для исключения ошибочных действий в процессе трудовой деятельности на основании проведенного анализа подтверждается следующими умозаключениями: основные показатели статистики, имеющие наибольшее значение, формируются за счет результатов действий в области расследования пожаров; результаты и выводы по итогам расследования пожаров ложатся в основу профилактических мероприятий, направленных на предотвращение аналогичных случаев и на профилактику пожаров в целом; систематизация и классификация первопричин и последствий пожаров являются основой для разработки требований нормативно-технических регламентов, определяющих деятельность и правила эксплуатации объектов; с учетом того, что большинство пожаров происходит в частной собственности, определение даже такого щепетильного момента, как место начала горения и путей распространения с обоснованием причин и логического объяснения, является основополагающим для формирования строительных норм и правил, которые базируются на данных пожарной статистики и, в частности, профессионализме дознавателя. Поэтому роль расследования пожара для формирования статистики, как точного аналитико-прогностического инструмента, в пожарном деле неопределима, а отсюда и для остальных вытекающих по цепочке последствий [6, 7].

Проведенный анализ существующей системы расследования пожаров позволил сформулировать проблемные моменты, требующие решения с помощью внедрения новой системы поддержки принятия управленческих решений при расследовании пожаров с целью снижения трудозатрат [8]. На основе анализа

нормативных документов, регламентирующих расследование пожаров, сделаны выводы о значимости и важности временного критерия для процесса расследования и проверки по пожару. Изучение материалов по пожарам в реальной практической деятельности специалистов позволило сделать вывод о необходимости своевременной поддержки специалистами других областей знаний, оперативного сбора необходимых сведений, снижения трудозатрат, повышения качества проведения расследования пожара [9].

Далее используется понятие фантомного агента. Внедряемый «умный агент» может обладать заранее заданными свойствами, функциями и возможностями для решения определенного круга задач в области расследования пожаров.

Необходимо учесть и тот факт, что важным остается создание оперативного взаимодействия внутри ведомства (рис. 1). Существующая система работы по взаимодействию при расследовании пожаров недостаточно эффективна.

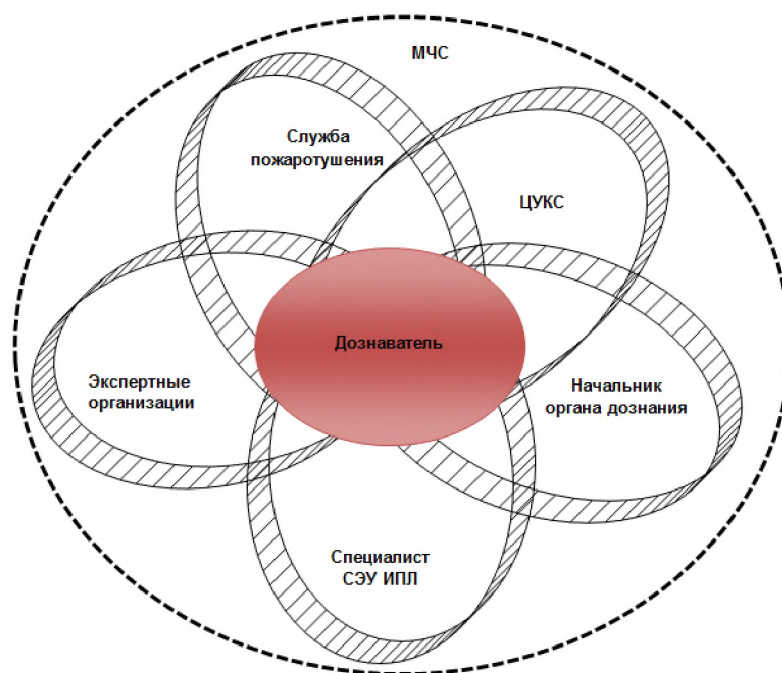


Рис. 1. Схема взаимодействия в процессе расследования пожаров внутри ведомства

Изученный теоретический подход к расследованию пожаров и проведению работ в этой области позволил сформировать модель процесса расследования. Проверены действия должностных лиц, вовлеченных в процесс расследования. Процесс представлен в виде многоагентной коалиции. Каждый участник процесса выступает как самостоятельный агент-игрок, обладающий определенным набором свойств, функций и умений, в зависимости от принадлежности и рода выполняемой задачи. Каждый агент-игрок может образовывать временную коалицию с другими агентами-игроками с целью создания взаимодействия по интересам. Процесс взаимодействия как между двумя агентами, так и более, выступает как самостоятельный фантомный агент. Роль создаваемого агента заключается в синтезе информации и координации действий агенто-игроков. Фантомный агент существует исклю-

чительно на уровне проектируемой модели. К созданию на уровне взаимодействия фантомного агента побуждает ряд свойств и функций, которые оказывают положительное влияние на объект управления.

Агент сможет самостоятельно производить генерацию информации с целью дальнейшего целевого использования. Итоговый моделируемый фантомный агент преобразовывается в самостоятельную ячейку в цепи процесса межведомственного взаимодействия. При необходимости оказывает поддержку в принятии управленческих решений оперативному специалисту по произвольному вопросу, хранимому в единой базе правил. То есть под контролем группы специалистов высокого уровня, задачу по поддержке и взаимодействию каждого лица, принимающего решения, на любом уровне организации будет решать фантомный агент [10].

Представлено математическое описание взаимодействия при решении общих задач по расследованию пожаров. Рассматривается группа независимых, самостоятельно действующих агентов-игроков, которые используют наборы технологий (которые затем послужат для каждой структуры). Кроме собственных ресурсов имеется набор общих, информация о которых заранее неизвестна отдельным членам группы, но пригодна для использования агентами-игроками других ведомств, при этом информация представляет интерес для всей группы. Члены группы принимают решение объединиться и создать коалицию, деятельность которой будет выгодна для всех, рассматривают различные механизмы организации функционирования коалиции. Создается координирующий Центр (фантомный агент), который на основе принятого алгоритма осуществляет автоматически регулирующие функции.

Описание технологических ограничений. Пусть имеется n агентов-игроков ($i = \overline{1, n}$). Каждый агент-игрок может предоставить m видов информации ($j = \overline{1, m}$), затрачивая при этом некоторые ресурсы (k). На предоставление единицы информации агенты-игроки затрачивают ресурсы (l) в количестве $P_{lj}^i, l \in L$. Каждый агент-игрок имеет собственный запас ресурса в количестве $b_l^i (l = \overline{1, k})$. Кроме того, имеются общие запасы ресурсов в количестве $r_l (l = \overline{1, k})$. Информация может быть полезна и принята к сведению как c_j . Таким образом, если агент-игрок предоставит информацию в количестве $x_j^i (i = \overline{1, m})$, то потратит ресурс в количестве $\sum_{j=1}^m p_{lj}^i x_j^i$, а польза от информации будет иметь вид $\sum_{j=1}^m c_j x_j^i$. Необходимо учесть, что польза c_j строго положительна, а коэффициенты затрат P_{kj}^i , запасы b_l^i и r_l неотрицательны. Введем матричные обозначения. Обозначим через x_i вектор столбец $(x_l^i, l = \overline{1, m})^T$ (индекс T – транспонирование). Пусть $c = (c_l, l = \overline{1, m})$, а $P^i = |P_{kl}^i|$, тогда $b^i = (b_l^i, l = \overline{1, k})^T$, $r = (r_l, l = \overline{1, k})^T$. Следовательно, построим условие перехода: если i – предоставляемая агентами-игроками информация, в количестве x^i , то полезность будет cx^i , при этом будут затрачены ресурсы в количестве $v^i = P^i x^i$, где y^i – вектор столбец $(y_l^i, l = \overline{1, k})^T$.

Предположим, что управление системой осуществляется централизованно, то есть существует некоторый дополнительный координирующий орган (формальный Центр, фантомный агент – координатор потоков), который выбирает объемы общих ресурсов, выделяемых каждому агенту-игроку, а также роль в процессе. При этом стремится по общему решению коалиции к максимизации суммарной

пользы или эффективности системы, оставляя вопросы дележа на получение общего результата на следующий этап принятия решений коалиции. Предполагается, что возможности агентов-игроков известны Центру. При этом не известны коэффициенты матрицы P^i и вектора b^i в заданных ограничениях $P_{ij}^{\min} \leq P_{ij}^i \leq P_{ij}^{\max}$ и $b_l^{\min} \leq b_l^i \leq b_l^{\max}$:

$$P^{\min} = |p_{ij}^{\min}|, P^{\max} = |p_{ij}^{\max}|, \\ b^{\min} = (b_l^{\min}, l = \overline{1, k})^T, b^{\max} = (b_l^{\max}, l = \overline{1, k})^T. \quad (1)$$

Центр должен выбирать управления так, чтобы ресурсов у каждого агента-игрока хватило на отведенную роль в процессе при любой матрице P^i и любой вектор b^i из указанных диапазонов. Таким образом, перед фантомным агентом стоит нестандартная задача рационализации следующего вида:

$$\begin{cases} \sum_i cx^i \rightarrow \max, \\ \sum_i y^i \leq r, \\ P^i x^i \leq b^i + y^i, i = \overline{1, n}, \\ x^i \geq 0, y^i \geq 0, i = \overline{1, n}. \end{cases}, \quad (2)$$

где имеется бесконечное число ограничений, поскольку неравенства $P^i x^i \leq b^i + y^i, i = \overline{1, n}$, должны выполняться для всех $P^{\min} \leq P^i \leq P^{\max}$ и $b^{\min} \leq b^i \leq b^{\max}$. Если выполняются условия $P^{\max} x^i \leq b^{\min} + y^i, i = \overline{1, n}$, то соответствующие условия сформулированной задачи будут выполнены для любых допустимых матриц P^i и векторов b^i . Управление Центра (фантомного агента) в задаче являются вектор информации x^i и вектор выделенных агентам-игроками ресурсов $y^i (i = \overline{1, n})$:

$$\begin{cases} \sum_i cx^i \rightarrow \max, \\ \sum_i y^i \leq r, \\ P^{\max} x^i \leq b^{\min} + y^i, i = \overline{1, n}, \\ x^i \geq 0, y^i \geq 0, i = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (3)$$

Формирование иерархии. Иерархия возникает там и тогда, где и когда для эффективного управления системой необходимо обрабатывать слишком большой объем информации о внешней среде. В этом случае фантомный агент может делегировать часть полномочий по выбору управлений подчиненным. Разумеется, при этом подчиненные, выбирая управления, могут преследовать свои цели. Но при некоторых условиях от такой децентрали-

зации можно выиграть. Рассмотрим задачу управления некоторой системой с целью выигрыша $g(w, \alpha) \rightarrow \max$, где $w \in W$ – управление, $\alpha \in A$ – неконтролируемый фактор. Система технологически структурирована – множество W представимо в виде декартова произведения $W = U \times \prod V^i$, а множество $A = \prod A^i$. Принимая решение о выборе управления $w = (u, \prod v^i)$, фантомный агент может иметь информацию о реализовавшемся значении неопределенного фактора $\alpha = \{\alpha^i, i = \overline{1, n}\}$.

Централизованное управление.

Управление $u, v^i, i = \overline{1, n}$ выбирает фантомный агент, ориентирующийся на имеющуюся неопределенность. Обозначим через $\Phi(X, Y)$ семейство функций из множества X в множество Y . В силу сделанного предположения информацию о реализовавшихся значениях α можно кодировать словами $s \in S$. Семантику сообщений можно задавать функциями $P \in \Phi(A, S)$. А выбор управления $w \in W$ в зависимости от полученного сообщения $s \in S$ моделируется функцией $w \in \Phi(S, W)$. Таким образом, стратегиями являются пары (w, P) из множества $\Phi(S, W) \times \Phi(A, S)$. Если фантомный агент фиксирует стратегию и реализуется значение неопределенного фактора, то выигрыш составит $g(w(P(\alpha)), \alpha)$, а максимальный результат будет равен:

$$R_0 = \sup \inf g(w(P(\alpha)), \alpha). \quad (4)$$

Децентрализованное управление.

Предложим, что фантомный агент имеет возможность передоверить выбор управления v^i некоторому агенту-игроку $i (i = \overline{1, n})$. Будем считать, что:

- 1) интересы агента i описываются стремлением функции $h^i(u, v^i, \dots, \alpha^1) \rightarrow \max$;
- 2) выбирая управление $v^i \in V^i$ агент i знает реализовавшееся значение неопределенного фактора α^1 .

Центр оставляет право выбора управления $u \in U$. Таким образом, стратегией будет пара $(u, P) \in \Phi(S, U) \times \Phi(A, S)$.

Фантомный агент обладает приоритетом при принятии решений, т.е. первым выбирает и сообщает агентам-игрокам стратегию (u, P) . Установлено ограничение, при котором агент i выберет управление из множества:

$$BR^i(u, P, \alpha^i) = \{v^i \in V^i: h^i(u(P(\alpha^i), v^i, \alpha^i) = \max_{w^i} h^i(u(P(\alpha^i), w^i, \alpha^i))\}. \quad (5)$$

В таком случае можно рассчитывать на получение максимального результата:

$$R_1 = \min_{\alpha, v^i} g(u, v^i, \alpha) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Сравнение централизации и децентрализации. Децентрализация управления рассматриваемой системой целесообразна, если $R_1 > R_0$. Примеры систем, для которых выполняются неравенства $R_1 > R_0$ и $R_1 < R_0$ строятся без дополнительных условий. С ростом объема информации l величина R_1 растет быстрее, чем R_0 . Для любой системы и любого $\varepsilon > 0$ при достаточно больших значениях l выполняется неравенство $R_1 > R_0 - \varepsilon$. Таким образом, целесообразность децентрализации связана с ограничением на объем информации. Вероятно, в данном случае вычисление величины R_1 можно выполнить способом, подобно тому, как вычислена R_0 . Оценить целесообразность децентрализации можно, не вычисляя величины R_1 [11].

На основании изученных данных и результатов исследований теории многоагентных систем сформирована модель формирования временных групп не предопределенного состава в условиях нестабильного управления. Структура, составляющая основу полученной модели, представлена в виде схемы построения возможности взаимодействий между агентами-игроками, фантомным агентом и регулирующим центром с помощью подключаемых модулей баз ассоциаций и единой базы правил (рис. 2).

На данной схеме отображается возможность создания временной коалиции между участниками (агентами), в зависимости от процессуальной направленности события, необходимой информации, требований нормативно-правовых актов. Каждый агент владеет базой ассоциаций, в которой зафиксированы решения на вопросы, работа по которым уже проводилась. Роль фантомного агента с функцией генерации информации могут выполнять, например, органы прокуратуры, являясь основным связующим звеном между участниками процесса в случае необходимости. Во главе процесса, касающегося непосредственно вопросов расследования и экспертизы пожаров, находится экспертный центр. Роль – это надзор за процессом накопления баз ассоциаций, правильности и корректности фиксации правил в единую базу, контроль за процессом расследования, экспертизой пожаров и заключений. Функции смогут осуществлять наиболее опытные сотрудники министерства, за плечами которых огромный накопленный опыт и их трудами руководствуются штатные сотрудники в процессе проверок по пожарам.

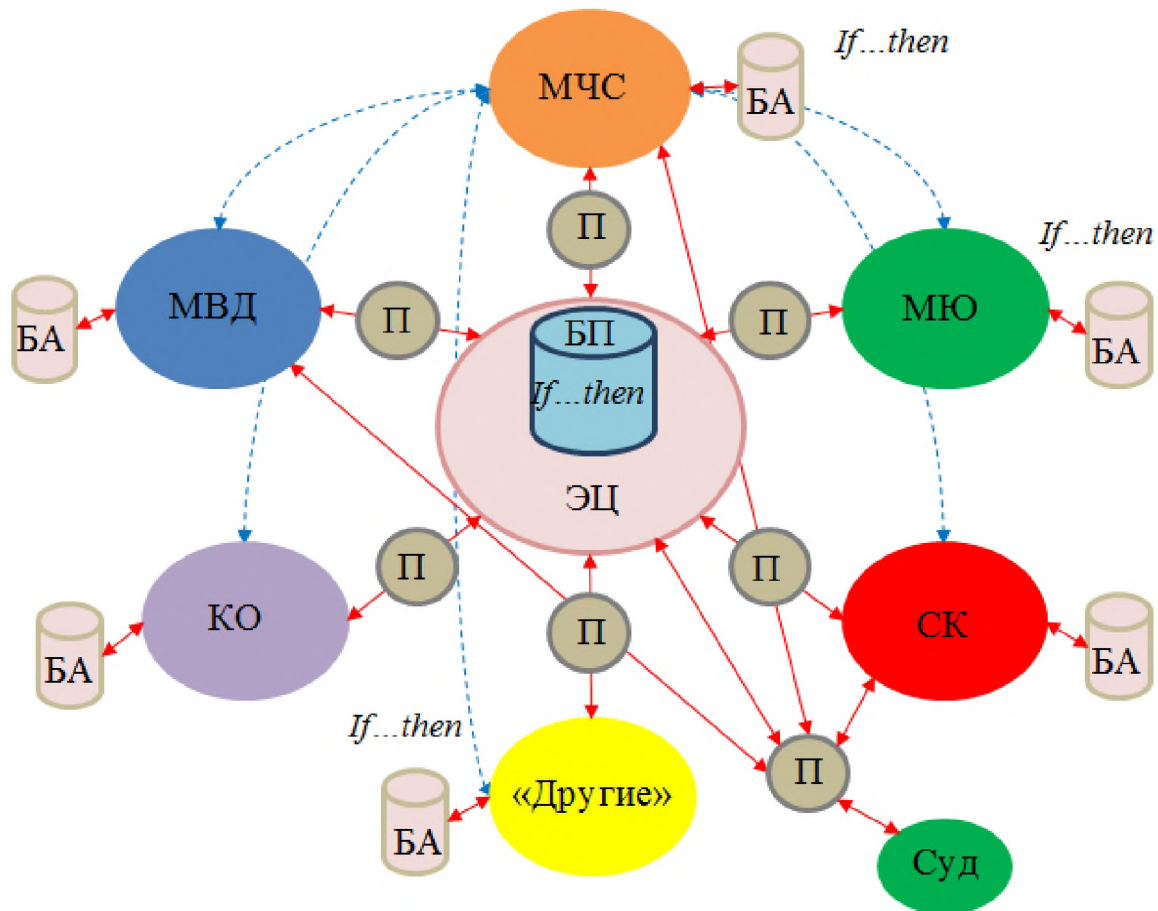


Рис. 2. Схема взаимодействия в процессе расследования пожаров

Примечание: КО – коммерческие организации, СК – следственный комитет, БА – база ассоциаций, ЭЦ – экспертный центр, П – органы прокуратуры (фантомный агент), МЮ – эксперты министерства юстиции, МВД – министерство внутренних дел, БП – база правил, «Другие» – организации и специалисты, принимающие участие в расследовании в роли специалистов или информаторов, подключаемых дополнительно при необходимости

На следующем этапе приводится обоснование возможности применения теоретических знаний и демонстрируется практическая реализация на конкретном примере.

Применение представленной схемы дает возможность участникам процесса расследования принимать точные и оперативные управленческие решения. Рассмотрим конкретный пример. Составим правила ассоциаций по имеющимся материалам дела пожара в жилом двухквартирном доме. Правила составлены следующего типа: *If* (условие) ... *then* (решение).

Составление необходимо для дальнейшего занесения в базу ассоциаций и единую базу правил, с целью поддержки процесса расследования, а также для установления хронологии событий. Составленные правила условно можно разделить на три этапа. Разбиение на этапы зависит от действий дознавателя и количества привлекаемых лиц в процессе расследования, а также отражает основные временные задержки. Хронологию событий целесообразно схематично представить в виде поэтапного алгоритма с отображением возможности подключения баз ассоциаций и единой базы правил (рис. 3).

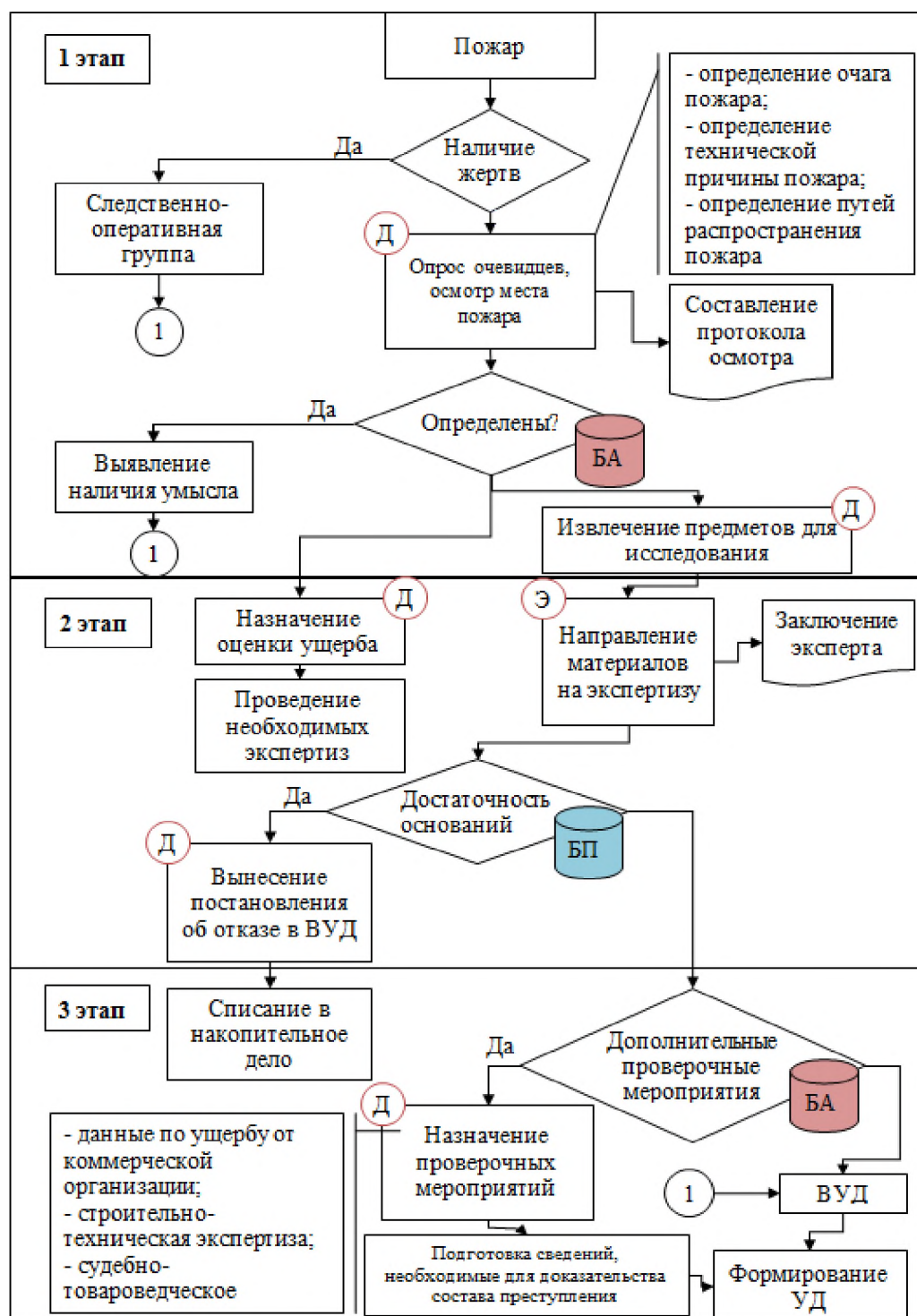


Рис. 3. Поэтапный алгоритм хронологии событий пожара

По результатам анализа хронологии строится иерархия привлекаемых агентов-игроков (действующих лиц и принадлежности к организациям) для создания временной коалиции, например: $create(K) = \{ag[1..3] = \langle \text{до-}$

знаватель», «участковый», «следователь»}. В единое информационное пространство подключаются соответствующие модули баз ассоциаций (рис. 4).

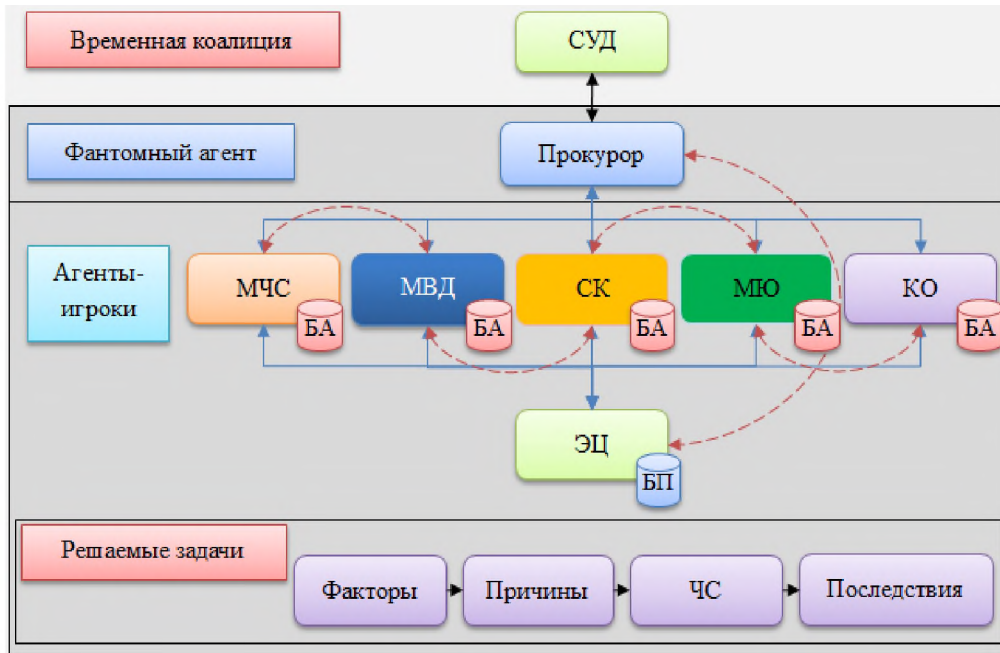


Рис. 4. Схема подключения модулей

Представленные процессы сопровождаются вопросно-ответной формой участникам или аналитикам по результатам анализа и исследования для заполнения правил ассоциаций. По результатам формирования двух

иерархий строятся логические ассоциации с одной связью, со связью с привязкой к элементу коалиции и со связью с подготовкой решения (рис. 5).

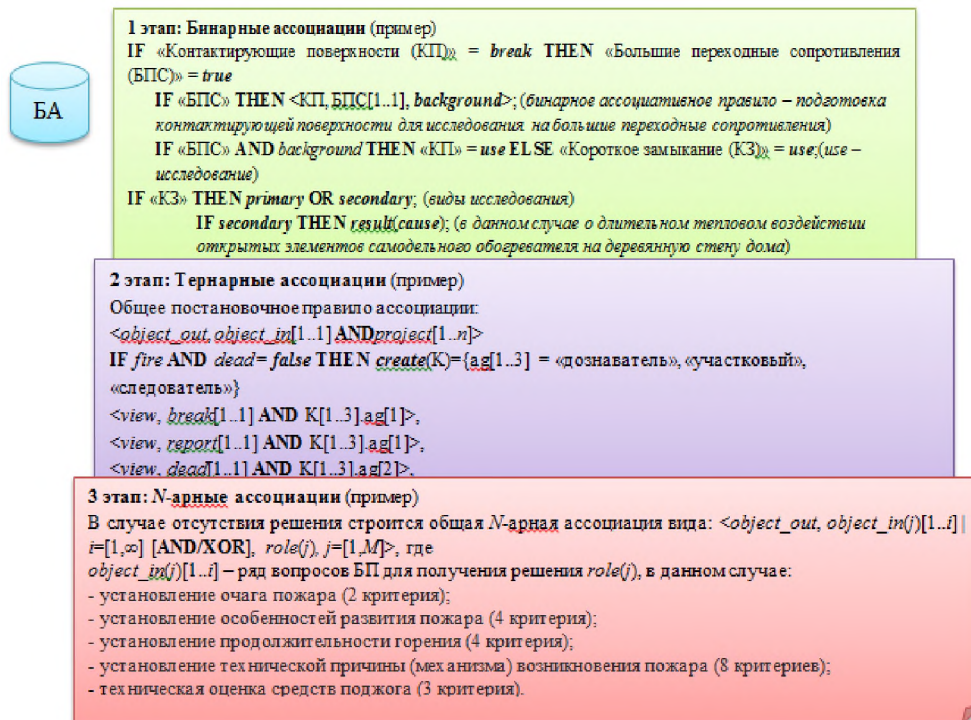


Рис.5. Логические ассоциации

Экспертное заключение готовится от завершающей стадии. То есть то, что необходимо получить в результате. На практике для каждого случая для фантомного агента готовится свод вопросов, на которые необходимо получить решение в виде единого сценария.

В результате строится сводный фасет данных (по подобию матрицы распределения ответственности) – элемент единого фасета БП (рис. 6).

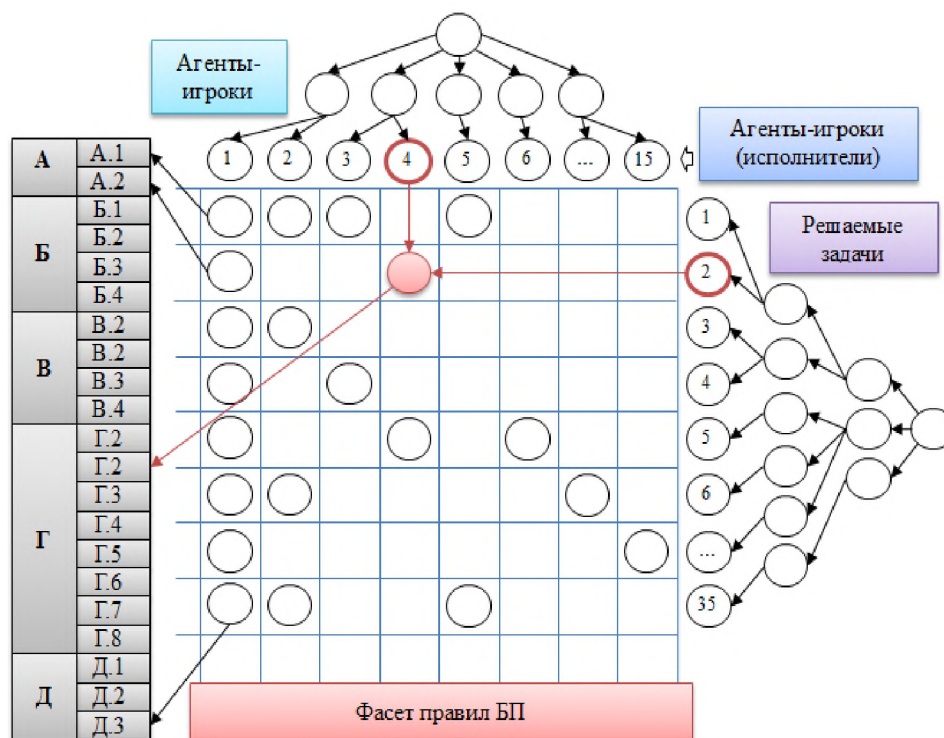


Рис. 6. Сводный фасет данных

Представленный фасет предполагает создание на определенном этапе временной коалиции, которая при решении поставленной задачи должна найти ответ на некоторый вопрос. Ответ же на этот вопрос будет находиться в фасете данных и при необходимости даст возможность специалисту оперативно принять решение.

Заключение

Проведенный анализ существующих методов и подходов к расследованию пожаров позволил определить проблемные моменты:

- проведен анализ статических данных по пожарам, который показал результаты работы органов по расследованию пожаров и подчеркнул необходимость совершенствования рабочего процесса с помощью внедрения новой системы управления;

- результатом исследования существующей системы расследования пожаров явился вывод о целесообразности внедрения новой системы с целью снижения трудозатрат;

- проведенный анализ нормативных документов, регламентирующих процедуру

расследования пожаров, позволил сделать вывод о значимости временного критерия для процесса расследования;

- проведенный обзор программного обеспечения, оказывающий поддержку должностным лицам в процессе расследования, показал, что такое программное обеспечение отсутствует. Имеющееся программное обеспечение позволяет решать какие-то частные задачи или носит информативный характер, но не оказывает поддержку специалисту в процессе проведения действий по расследованию пожаров.

Разработанная модель межведомственного взаимодействия в оперативной обстановке при анализе и экспертизе пожаров позволяет задействовать максимально необходимое количество специалистов на любом этапе процесса расследования для максимально быстрого и точного результата. Имеется возможность дистанционной поддержки лица, принимающего решения.

Разработанный адаптивный алгоритм информационно-управляющей системы ди-

станционной поддержки дознавателя в ходе расследования пожаров позволяет оперативно принимать верные управленческие решения, минимизируя вероятность допущения ошибочных действий. Особенностью алгоритма является этапность процессов принятия управленческих решений на разных стадиях расследования и экспертизы пожара с использованием л-арных ассоциаций к единой базе правил. Следует заметить, что представленная модель и алгоритм не нацелены на исключение «человеческого фактора» и его роли в процессе расследования. Человек был и остается основным «элементом» системы. Основная задача, которая решается, – это поддержка лица, принимающего решение.

Практическая реализация разработанной модели заключается в исключении временных задержек на различных этапах проце-

дуры расследования с помощью подготовки готового решения.

Временные задержки могут быть выявлены как на стадии разработки модели и алгоритмов, так и в процессе практической деятельности лица, принимающего решение. Вместе с этим решается и вопрос с трудозатратами и нерационального использования служебного времени. Вместе с этим разработанная модель осуществляет прозрачность информации, позволяет лицу, принимающему решение, отслеживать процесс расследования, статус исполнения, контролировать процесс, вовремя привлекать необходимые силы. Ряд преимуществ позволяет в результате сократить время проведения необходимых мероприятий по расследованию, уменьшить количество трудозатрат и позволяет снизить риск допущения ошибочных действий.

Список литературы

1. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. М.: Стройиздат, 1966. 166 с.
2. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). СПб: ИПБ МВД РФ, 1997. 563 с.
3. Чешко И.Д., Галишев М.А., Зернов С.И. Обнаружение и идентификация инициаторов горения различной природы при отработке версии о поджоге: методические рекомендации. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1998. 48 с.
4. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999. 128 с.
5. Салионов Д.С. Результаты анализа статистики расследований пожаров на территории Российской Федерации // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2017. Выпуск № 1 (70). 8 с. Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.
6. О пожарной безопасности: федер. закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.
7. Об утверждении порядка учета пожаров и их последствий: приказ МЧС РФ от 21 ноября 2008 г. № 714.
8. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: метод. пособие. М.: ВНИИПО, 2002. 330 с.
9. Салионов Д.С., Рыженко А.А., Взаимодействие ведомственных органов на стадиях расследования и экспертизы пожаров / Д.С. Салионов, А.А. Рыженко // Материалы международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». Иваново, 2017.
10. Студенческая библиотека онлайн. Режим доступа: <http://studbooks.net/>
Горелов М.А., Ерешко Ф.И. Модели управления в цифровом обществе.

References

1. Megorskiy B.V. *Metodika ustanovleniya prichin pozharov* [Methods of determining the causes of fires]. M.: Strojizdat, 1966, 166 p.
2. Cheshko I.D. *Ehkspertiza pozharov (ob"ekty, metody, metodiki issledovaniya)* [Fire expertise (objects, methods, research methods)]. SPb: IPB MVD RF, 1997, 563 p.
3. Cheshko I.D., Galishev M.A., Zernov S.I. *Obnaruzhenie i identifikaciya iniciatorov goreniya razlichnoj prirody pri otrabotke versii o podzhoge: metodicheskie rekomendacii* [Detection and identification of the initiators of combustion of different nature in the development of the version about an arson]. M.: EHKS MVD RF, 1998, 48 p.
4. Burkov V.N., Novikov D.A. *Teoriya aktivnykh sistem: sostoyanie i perspektivy* [Theory of active systems: state and prospects]. M.: Sinteg, 1999, 128 p.
5. Salionov D.S. Rezul'taty analiza statistiki rassledovaniy pozharov na territorii Rossijskoj Federacii. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti: internet-zhurnal*, 2017, issue. 1 (70), 8 p. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
6. *O pozharnoj bezopasnosti: feder. zakon Rossijskoj Federacii ot 21 dekabrya 1994 g. № 69-FZ.*
7. *Ob utverzhdenii poryadka ucheta pozharov i ih posledstviy: prikaz MCHS RF ot 21 noyabrya 2008 g. № 714.*
8. Cheshko I.D. *Tekhnicheskie osnovy rassledovaniya pozharov* [Technical basis for the investigation of fires]. M.: VNIIPPO, 2002, 330 p.
9. Salionov D.S., Ryzhenko A.A., *Vzaimodejstvie vedomstvennykh organov na stadiyah rassledovaniya i ehkspertizy pozharov* [The cooperation of the departmental authorities on the stages of the investigation and examination of fires]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye pozharobezopasnye materialy i tekhnologii»*, Ivanovo, 2017.
10. *Studencheskaya biblioteka onlajn. – rezhim dostupa: http://studbooks.net/*
11. Gorelov M.A., Ereshko F.I. *Modeli upravleniya v cifrovom obshchestve* [Models of governance in a digital society]. <https://docplayer.ru>.

Салионов Д.С.

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва

E-mail: salionov.dmitrij@mail.ru

Salionov D.S.

Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow

E-mail: salionov.dmitrij@mail.ru

УДК 004.8

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

А. В. СМИРНОВ

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
E-mail: a_smirnov8@mail.ru

Проведена оценка эффективности разработанной информационной системы, предназначенной для решения задач перспективного планирования распределения ресурсов обеспечения пожарной безопасности предприятий химической промышленности. Определены и обоснованы границы использования разработанной информационной системы, разработан количественный показатель и нормализованный критерий для оценки эффективности многоагентной системы.

Ключевые слова: многоагентные технологии, пожарная безопасность, система управления, распределение ресурсов, объекты промышленности.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MULTI-AGENT SYSTEM FOR RESOURCE ALLOCATION FOR THE MANAGEMENT OF FIRE SAFETY OF THE ENTERPRISES OF CHEMICAL INDUSTRY

A. V. SMIRNOV

Academy of state fire service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
E-mail: a_smirnov8@mail.ru

The evaluation of the effectiveness of the developed information system designed to solve the problems of long-term planning of the distribution of resources to ensure fire safety of the chemical industry. The boundaries of the use of the developed information system are determined and justified, a quantitative indicator and a normalized criterion for assessing the effectiveness of a multi-agent system are developed.

Key words: multi-agent technologies, fire safety, control system, resource allocation, industrial facilities.

1. Постановка задачи исследования эффективности многоагентной системы

Общие положения оценки эффективности применения многоагентных систем (МАС) в задачах перспективного планирования распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности химических предприятий включают в себя совокупность рекомендаций практического характера для принятия решений о применении агентной технологии и ее предпочтительности в сравнении с другими подходами к решению подобных задач. Поэтому методическая составляющая процедуры оценки эффективности МАС базируется на принципах сравнения имеющихся вариантов принятия решений с учетом дуалистической природы

рассматриваемой управленческой задачи, заключающейся в возможном одновременном изменении количества агентов и вариантов в анализируемой системе. Для реализации сравнений необходимо иметь объективный количественный критерий эффективности, оценки рассматриваемых вариантов по которому позволяют сделать однозначный вывод о возможности применения МАС. В свою очередь оценки по критерию эффективности могут быть получены различными способами, поэтому при анализе эффективности МАС воспользуемся подходами, обоснованными в работе [1]: 1 – мнение экспертов; 2 – анализ опыта принятия решений; 3 – математическое (численное) моделирование. Стоит отметить, что применение первых двух подходов к оценке эффективности МАС проблематично. Это в первую очередь связано с тем, что экспертное мнение в рассматриваемой задаче сравнения вариантов сложно формализуемо, так как на

практике достаточно проблематично отыскать такого эксперта, который имел бы опыт применения всей номенклатуры методов теории управления и принятия решений к задачам перспективного планирования распределения ресурсов, а следовательно, однообразный взгляд на проблему принятия решений вносит излишнюю долю субъективизма в результаты оценки эффективности. В свою очередь применение подходов, базирующихся на опыте принятых ранее решениях, так же проблематично реализуемо в виду отсутствия возможности накопления такого опыта в связи с интенсивной сменой парадигм принятия решений по распределению ресурсов, вызванных социально-экономическими факторами развития общества и его системы безопасности в целом. Поэтому наиболее целесообразным подходом к оценке эффективности МАС остается применение математического моделирования с элементами численного исследования в рамках опытно-теоретического метода.

Таким образом, для оценки эффективности МАС в задачах перспективного планирования распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности химических предприятий выбран опытно-теоретический метод исследования, предусматривающий численное моделирование вероятности ошибочного принятия решений в системах планирования распределения ресурсов. Для реализации исследования в рамках выбранного метода необходимо:

- разработать цель и схему исследования эффективности МАС;
- обосновать гипотезу распределения вероятности ошибочного принятия решений в системе распределения ресурсов;
- разработать вероятностную модель показателя эффективности МАС;
- сформировать критерий и алгоритм оценки эффективности МАС.

2. Цель и схема исследования эффективности МАС

В общем смысле МАС предназначена для идентификации верного варианта решений из имеющихся на основе векторных оценок имеющихся вариантов, образованных оцениванием каждого из агентов в отдельности с учетом относительной важности каждого из агентов в системе. Векторные оценки вариантов являются исходными данными для принятия решений, а показатели относительной важности представляют собой дополнительную информацию о предпочтениях центра управления. Поэтому сравнивать необходимо два способа принятия решений по распределению ресурсов:

- базовый способ: в распоряжении цен-

тра управления имеются варианты и их векторные оценки. Центр управления проводит выбор варианта, имеющего максимальное значение суммы векторных оценок по «стратегии аддитивной полезности» и производит выбор варианта решения с максимальным значением суммы. В случае если несколько вариантов имеют одинаковые суммы, выбор производится случайно.

– предлагаемый способ: у центра управления имеются исходные данные для принятия решений, то есть векторные оценки вариантов, а также дополнительная информация о предпочтениях, полученная с использованием МАС. Выбор варианта производится центром управления на основе результатов ранжирования МАС.

В исследовании будем считать, что вариант решения, выбранный с использованием МАС, является оптимальным, в известном смысле данного слова. Тогда для оценки эффективности применения МАС необходимо провести подсчет случаев решения задачи перспективного планирования распределения ресурсов, состоящий в том, что варианты, выбранные по способу принятия решений 1 и способу принятия решений 2, совпадают. Данные случаи будут описывать ситуации, при которых разработанная МАС не эффективна, так как для принятия оптимального решения можно было бы использовать любые другие системы анализа векторных оценок вариантов решений. В свою очередь случаи, когда результаты выбора по способу 1 и 2 не совпадают, это означает, что применение МАС в данных случаях необходимо.

Результатом опытно-теоретического метода исследования эффективности МАС в задачах перспективного планирования распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности является совокупность чисел $N+$ – случаи, когда применение МАС было обоснованным и $N-$ – случаи, когда применение МАС не дало необходимого результата. Поэтому рассмотрим количественный показатель $Sab = N+$, который будет определен как общее количество случаев положительного применения МАС в одном теоретическом опыте. Тогда, исходя из постановки задачи исследования, следует, что область допустимых значений показателя $Sab \in [0; 100]$. Значение $Sab=0$ наблюдается в тех случаях, когда из N испытаний количество положительных испытаний равно нулю $N+=0$, в свою очередь количество отрицательных испытаний $N- = N = 100$. Значение $Sab = 100$ определяет обратную ситуацию, когда среди испытаний N все они были положительными, то есть $N+ = N$, а $N-=0$. Следовательно, эффективность МАС в задачах перспективного планирования распределения ресурсов прямо пропорциональна значениям

показателя Sab . Область допустимых значений показателя Sab позволяет исследовать его как случайную величину.

3. Обоснование гипотезы распределения вероятности ошибочного принятия решений в системе распределения ресурсов

Рассмотрим дискретную случайную величину ρ – количество случаев ошибочного принятия решений по распределению ресурсов в многоагентной системе без учета ранжирования вариантов на основе показателей относительной важности агентов. Данная случайная величина принимает свои значения из множества натуральных чисел, то есть 1, 2, 3... Тогда при исследовании данной случайной величины необходимо определить ее непрерывный аналог в соответствии с теоретической гипотезой о выбранном законе ее распределения. Для доказательства данной гипотезы будем использовать классический подход теории вероятностей и математической статистики, предусматривающий применение критерия статистического согласия Пирсона.

Выдвинем нулевую гипотезу H_0 – случайная величина ρ подчиняется нормальному закону распределения, тогда альтернативная гипотеза H_1 – случайная величина ρ не подчиняется нормальному закону распределения.

Доказательство гипотезы H_0 произведено на примере сочетания агенты-варианты как 7 на 7. с числовыми характеристиками $\rho_{cp}=14$; $\sigma=4$.

По таблице Квантилей распределения Пирсона при уровне значимости $\alpha=0,05$ и количестве степеней свободы $s=5$ определено требуемое значение критерия Пирсона для подтверждения гипотезы H_0 $\chi^2_{табл} = 11,1$, в результате исследования получено значение $\chi^2 = 2,98$, которое не превышает табличное, то есть оснований отвергать нулевую гипотезу нет. Поэтому в дальнейшем будем считать, что исследуемая случайная величина ρ распределена нормально. Для наглядности сходимости эмпирических и теоретических данных по средним значениям интервалов случайной величины построим ее гистограмму, иллюстрируемую на рис. 1.

Доказанная в ходе исследования нулевая гипотеза H_0 о нормальности случайной величины ρ , являющаяся статистическим прообразом введенного в количественный показатель Sab , позволяет использовать свойства нормальной модели распределения в совокупности с теоретическим распределением Стьюдента [2] для количественной оценки эффективности применения МАС в задачах распределения ресурсов.

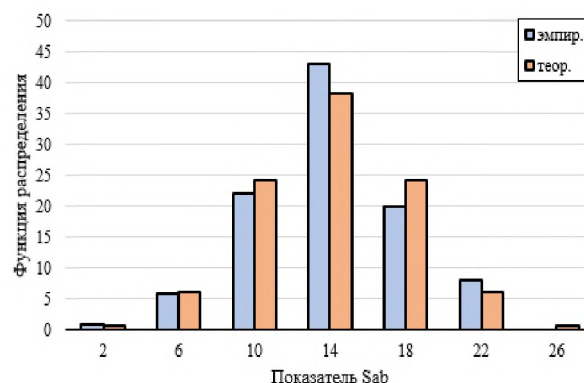


Рис. 1. Гистограмма теоретического и эмпирического распределения исследуемой случайной величины

4. Модель показателя эффективности МАС

Нормальность случайной величины и теоретическое распределение Стьюдента в совокупности представляют собой линейную модель количественного показателя Sab , которая при заданной вероятности p будет иметь вид:

$$Sab = \rho_{cp} + t_{cm}(p) \cdot \sigma,$$

где $t_{cm}(p)$ коэффициент Стьюдента при заданной вероятности p .

В результате проведенного исследования разработана модель численного исследования эффективности МАС при решении практических задач управления. Модель разработана в рамках опытно-теоретического метода исследования сложных систем управления и принятия решений. Для исследования эффективности МАС проведен численный эксперимент при соотношении агентов-вариантов от 7 до 10, то есть 64 серии опытов по 10000 численных испытаний

Анализируя результаты опытно-теоретического исследования, можно сделать вывод, что сформировать экспоненциальную модель, определяющую количественную связь значений показателя Sab от количества вариантов Var при фиксированном количестве агентов и заданной вероятностью, можно таким образом:

$$Sab = A \cdot \exp\left(\frac{Var}{B}\right), \quad (1)$$

где A и B – коэффициенты модели при фиксированном количестве агентов и заданной вероятности.

Значения коэффициентов моделей A и B получены с применением процедур регрессионного анализа и представлены в таблице.

Таблица. Параметры вероятностной модели показателя *Sab*

Агенты		3	4	5	6	7	8	9	10
P=0,50	A	4	5	5	6	6	6	7	7
	B	10	10	9	9	8	7	7	6
P=0,90	A	5	5	6	6	6	7	7	7
	B	10	9	9	8	7	7	6	5
P=0,99	A	6	6	6	7	7	7	7	8
	B	10	9	8	8	7	6	5	5

5. Критерий и алгоритм оценки эффективности МАС

Поэтому разработанный показатель эффективности *Sab* необходимо нормализо-

вать для обеспечения оценки эффективности в рамках 0 – 100 %. Для решения задачи нормализации воспользуемся общеизвестным критерием Колмогорова, который записывается следующим образом:

$$K_{\alpha} = \sqrt{-\frac{1}{2} \ln(1-\alpha)} \quad (2)$$

В свою очередь параметр критерия Колмогорова α является прообразом эффективности, так как принимает значения $\alpha \in [0, 1]$:

$$\alpha = 1 - \exp(-2K^2) \Rightarrow \Theta = 100 \cdot \alpha \quad (3)$$

Если параметр K при заданном значении α представляет собой прообраз показателя *Sab*, то есть $K = \frac{Sab}{100}$, тогда критерий будет иметь вид:

$$\Theta = 100 \left[1 - \exp\left(-2\left(\frac{Sab}{100}\right)^2\right) \right] \quad (4)$$

Сформировав критерий эффективности, представляется возможным перейти к разработке алгоритма исследования эффективности МАС в задачах перспективного планирования распределения ресурсов для целей обеспечения пожарной безопасности оценки целесообразности применения МАС при принятии решений в задачах перспективного планирования распределения.

Количественная оценка выигрыша в эффективности, получаемого от применения МАС, в рамках исследования в задачах перспективного планирования распределения ресурсов проводится для прогнозирования эффективности применения МАС в конкретных управленческих задачах.

Прогнозная оценка эффективности проводится по следующему алгоритму.

В качестве исходных данных для прогнозной оценки эффективности используются фиксированные значения количества вариантов *Var* и количества агентов *Nagent*.

На первом этапе алгоритма определяется прогнозное значение показателя эффективности при *Var* вариантах и *Nagent* агентах по формуле (1).

Константы модели *A* и *B* определяются по табл. в соответствии с выбранным количеством агентов *Nagent* и вероятностью *P*.

На втором этапе определяется прогнозное значение эффективности применения МАС в практике решения управленческой задачи по формуле (4).

По полученному прогнозируемому значению делаются выводы об эффективности применения МАС в рассматриваемой управленческой задаче.

6. Пример оценки эффективности МАС

Для оценки эффективности применения МАС в практике решения задачи распределения ресурсов для целей обеспечения пожарной безопасности химического предприятия по условиям[4]:

В задаче требовалось оценить ресурсы для реализации автоматизированной информационной системы пожаровзрывобезопасности. Решение задачи предусматривало применение трех агентов: агент подготовки кадров для решения задач безопасности; агент, управляющий системой первоочередных аварийно-спасательных работ; агент, управляющий информационной системой пожаровзрывобезопасности.

Возможна ситуация, когда при эволюции системы безопасности может появиться и четвертый агент, на данный момент скрытый. Таким образом, оценим эффективность применения МАС при решении задачи распределения ресурсов при *Var*=15 и *Nagent*=3 (текущая ситуация); *Nagent*=4 (эволюция системы безопасности).

1. Определяем значение показателя *Sab* при вероятностях *P*=0,5, 0,9, 0,99.

Например, для количества агентов $N_{agent}=3$ при вероятности $P=0,9$ константы модели по табл. составляют $A=5$ и $B=10$, тогда значение показателя эффективности составляет:

$$Sab_3^{15} = A \exp\left(\frac{Var}{B}\right) = 5 \exp\left(\frac{15}{10}\right) = 22,4$$

2. Определяем прогнозное значение эффективности применения МАС

$$\mathcal{E}_3^{15} = 100 \left[1 - \exp\left(-2 \left(\frac{Sab_3^{15}}{100}\right)^2\right) \right] = 100 \left[1 - \exp\left(-2 \left(\frac{22,4}{100}\right)^2\right) \right] = 10\%$$

Для других соотношений вероятности и количества агентов значения показателя эффективности Sab и прогнозное значение эффективности \mathcal{E} получены аналогично результатам, представленным на рис. 2.

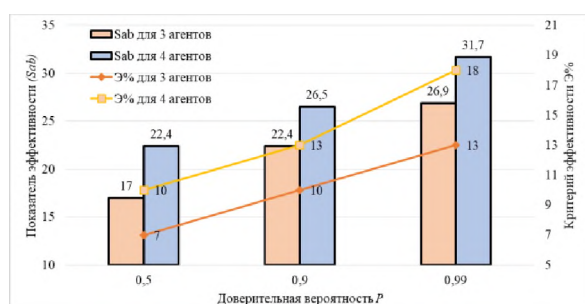


Рис. 2. Результаты прогнозной оценки эффективности МАС

Заключение

В настоящей работе произведена оценка эффективности применения разрабо-

танной МАС [5] для определения границ ее использования в задачах перспективного планирования распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности химических предприятий, что является необходимым условием для формирования практических рекомендаций по внедрению разработанных теоретических положений в процесс управления ресурсами социально-экономических систем.

Определение границ применения МАС является теоретической задачей исследования, для решения которой произведен обоснованный выбор подхода к оценке эффективности многоагентной системы, сформулирована и доказана теоретическая гипотеза, на основе которой применение МАС при решении практических задач будет считаться обоснованным; разработан количественный показатель и нормализованный критерий для оценки эффективности МАС.

Исследование эффективности проведено опытно-теоретическим методом с учетом иерархии количественной оценки, предусматривающей:

- высший уровень – выбор критерия эффективности;
- средний уровень оценки – показатель эффективности;
- низовой уровень оценки МАС – параметры показателя эффективности.

Результаты работы могут использоваться при распределении ресурсов для целей пожарной безопасности предприятий химической промышленности.

Список литературы

1. Буянов Б.Б., Лубков Н.В., Поляк Г.Л. Система поддержки принятия управленческих решений с применением имитационного моделирования // Проблемы управления. 2006. № 6. С. 43–49.
2. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Корольук [и др.]. М.: Наука, 1985. 640 с.
3. Смирнов А.В., Хабибулин Р.Ш., Тараканов Д.В. Применение многоагентного подхода для поддержки управления безопасностью в техносфере // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 1. С. 118–133. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-1-118-133.
4. Смирнов А.В., Хабибулин Р.Ш., Тараканов Д.В. Многоагентный метод анализа вариантов распределения ресурсов для обеспечения пожарной безопасности // Системы управления и информационные технологии. 2018. №4 (74). 2018. С. 83–88.
5. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018660019 от 18.08.2018 г. Программа для рационального распределения ресурсов в многоагентной

References

1. Buyanov B.B., Lubkov N.V., Polyak G.L. Sistema podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij s primeneniem imitacionnogo modelirovaniya [Management decision support system using simulation]. *Problemy upravleniya*, 2006, №6, pp. 43–49.
2. *Handbook of probability theory and mathematical statistics* / V.S. Korolyuk [et al.]. M.: Nauka, 1985, 640 p.
3. Smirnov A.V., Habibulin R.SH., Tarakanov D.V. Primenenie mnogoagentnogo podhoda dlya podderzhki upravleniya bezopasnost'yu v tekhnosfere [Applying a multi-agent approach to support safety management in the technosphere]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018, issue. 22, № 1, pp. 118–133. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-1-118-133.
4. Smirnov A.V., Habibulin R.SH., Tarakanov D.V. Mnogoagentnyj metod analiza variantov raspredeleniya resursov dlya obespecheniya pozharnoj bezopasnosti [Multi-agent method of analysis of resource allocation options for fire safety]. *Sistemy upravleniya i informacionnye tekhnologii*, 2018, №4(74), pp. 83–88.

системе управления пожарной безопасности на производственных объектах химической отрасли / Смирнов А.В., Хабибулин Р.Ш., Тараканов Д.В.; заявл. 20.07.2018, опубл. 15.08.2018.

6. Тараканов Д.В. Метод модификации векторного критерия в системе поддержки принятия решения при тушении крупного пожара // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. 2010. № 2. С. 12. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-2/01-02-10.ttb.pdf>.

7. Тараканов Д.В. Многоагентная система моделирования тушения пожаров в социальных зданиях // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. 2016. № 5 (69). С. 118–125. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-5/39-05-16.ttb.pdf>.

8. Колмогоров А.Н., Журбенко И.Г., Прохоров А.В. Введение в теорию вероятностей. 3-е изд., исп. М.: Издательство МЦНМО, 2015. 168 с.

5. *Svidetel'stvo Rospatenta o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVМ №2018660019 ot 18.08.2018 g. Programma dlya racional'nogo raspredeleniya resursov v mnogoagentnoj sisteme upravleniya pozharnoj bezopasnosti na proizvodstvennyh ob'ektah himicheskoj otrasli* [Certificate of Rospatent on the state registration of program for computer №2018660019 from 18.08.2018 G. the Program for the rational allocation of resources in the set-reagentnoj control system of fire security at the production facilities of the chemical industry] / Smirnov A.V., Habibulin R.SH., Tarakanov D.V.; заявл. 20.07.2018, opubl. 15.08.2018.

6. Tarakanov D.V. Metod modifikacii vektornogo kriteriya v sisteme podderzhki prinyatiya resheniya pri tushenii krupnogo pozhara [Method of modification of the vector criterion in the system of support of decision-making to extinguish large fire]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2010, issue. 2., p. 12. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-2/01-02-10.ttb.pdf>.

7. Tarakanov D.V. Mnogoagentnaya sistema modelirovaniya tusheniya pozharov v social'nyh zdaniyah [Multiagent system simulations of extinguishing fires in the social buildings]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2016, issue. 5 (69), pp. 118–125. <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-5/39-05-16.ttb.pdf>.

8. Kolmogorov A.N., Zhurbenko I.G., Prohorov A.V. *Vvedenie v teoriyu veroyatnostej* [Introduction to probability theory]. 3-e izd., isp. M.: Izdatel'stvo MCNMO, 2015, 168 p.

Смирнов Андрей Владимирович
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
адъюнкт
E-mail: a_smirnov8@mail.ru
Smirnov Andrej Vladimirovich
Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
adjunct
E-mail: a_smirnov8@mail.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 614.841.34

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. Ю. ФЁДОРОВ

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
E-mail: marketting7266@gmail.com

В статье приводятся результаты исследования по оценке огнестойкости железобетонных балок в зависимости от изменения их несущей способности в условиях эксплуатации.

Установлено, что численные значения коэффициента утраты огнестойкости эксплуатируемых железобетонных балок практически не зависят от конструктивного решения балок, но существенно зависят от снижения их несущей способности в процессе эксплуатации. На основе полученных результатов проведенного исследования получена зависимость изменения значений коэффициента утраты, предела огнестойкости эксплуатируемых железобетонных балок от уровня снижения их несущей способности в условиях эксплуатации.

Эти результаты, имеющие научную новизну, дают возможность использовать их для разработки классификации эксплуатируемых железобетонных балок для целей оценок их огнестойкости. Результаты данной работы предлагается применять при оценках огнестойкости эксплуатируемых железобетонных балок с различными параметрами.

Ключевые слова: пожар; огнестойкость; железобетонные балки; коэффициент утраты огнестойкости; время и условия эксплуатации.

FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS DEPENDING ON THE CHANGE OF THEIR BEARING CAPACITY UNDER OPERATING CONDITIONS

V. Yu. FEDOROV

Academy of state fire service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
E-mail: marketting7266@gmail.com

The article presents the results of a study on the evaluation of fire resistance of reinforced concrete beams depending on the change of their bearing capacity under operating conditions.

It is established that the numerical values of the coefficient of loss of fire resistance operated concrete beams practically do not depend on a constructive solution of beams, but significantly dependent on the load bearing capacity in the process of operation. Based on the results of the study the dependence of changes of values of the coefficient of loss of the fire resistance of reinforced concrete beams operated from a level of load bearing capacity under operating conditions.

These results having scientific novelty, provide the opportunity to use them to develop a classification operated concrete beams for the purposes of assessment of fire resistance. The results of this work are invited to apply in the evaluation of fire resistance of reinforced concrete beams operated with different parameters.

Key words: fire; fire resistance; reinforced concrete beam; the rate of loss of fire resistance; time and operating conditions.

Введение

В практике нормирования и проектирования огнестойкости зданий и сооружений рассматриваются строительные конструкции с проектными характеристиками (полученными до начала эксплуатации)¹ [1, 2]. Влияние времени и условий эксплуатации на огнестойкость конструкций не рассматривается.

Это не соответствует реальному состоянию эксплуатируемых конструкций при пожаре и приводит к недооценке опасности пожара для эксплуатируемых зданий и сооружений.

Возникает необходимость в развитии нового научного направления в области огнестойкости строительных объектов – оценка огнестойкости строительных конструкций с учетом влияния времени и условий эксплуатации на их огнестойкость.

Целью данной работы является исследование огнестойкости различных типов железобетонных балок в зависимости от изменения их несущей способности в условиях эксплуатации.

Изменение несущей способности железобетонных балок во время их эксплуатации как основа оценки их огнестойкости

Несущая способность строительных конструкций является основным показателем, влияющим на их огнестойкость [3].

При расчетной оценке огнестойкости конструкций рассматривается снижение несущей способности конструкции до величины рабочей нагрузки на нее. Момент времени воздействия пожара, когда это происходит, определяет наступление предела огнестойкости конструкции по предельному состоянию «утрата несущей способности» [2, 3].

Однако анализ результатов проведенных обследований технического состояния зданий и сооружений [4, 5] свидетельствует о том, что на протяжении всего срока эксплуатации зданий и сооружений в строительных конструкциях развиваются процессы утраты их эксплуатационных свойств и характеристик, приводящих к снижению их несущей способности [6, 7, 8, 10].

Особенности изменения несущей способности железобетонных конструкций в зависимости от времени и условий их эксплуатации представлены на рис. 1 [4].

Эти данные дают представление о том, что несущая способность железобетонных конструкций, в зависимости от условий эксплуатации, может изменяться в очень широких пределах и весьма существенно влиять на огнестойкость конструкций, зданий, сооружений [7].

Таким образом, при возникновении пожара несущая способность эксплуатируемой конструкции может быть существенно меньше ее проектного значения, что весьма существенно может повлиять на огнестойкость конструкции на протяжении всего срока эксплуатации.

Материалы и методы исследования

При исследовании огнестойкости различных железобетонных балок в зависимости от изменения их несущей способности в условиях эксплуатации рассматривались пять характерных типов, отличающихся по типу бетона, форме поперечного сечения, толщине защитного слоя бетона.

В качестве базовых к рассмотрению были приняты результаты огневого испытания железобетонных балок, приведенные в работе проф., д.т.н. Яковлева А.И. [2], а также табличные данные от огнестойкости этих конструкций [9]:

Туп 1. Статически определяемая железобетонная балка прямоугольного сечения 210x410 мм, пролет 6,0 м, армируется рабочей арматурой 3Ø16, 2Ø12 класса А-I, ст.3, объемная масса бетона 2330 кг/м³, влажность бетона 4%, заполнитель – известняк, защитный слой бетона – 50 мм [2];

Туп 2. Статически определяемая железобетонная балка прямоугольного сечения 210x410 мм, пролет 6,0 м, армируется рабочей арматурой 3Ø16, 2Ø12 класса А-I, ст.3, объемная масса бетона 2350 кг/м³, влажность бетона 4%, заполнитель – гранит, защитный слой бетона – 50 мм;

Туп 3. Статически определяемая железобетонная балка прямоугольного сечения 280x560 мм, пролет 6 м, армируется рабочей арматурой 3Ø16, 2Ø12 А240, объемная масса бетона 2350 кг/м³, влажность бетона – 2 %, заполнитель – гранит, защитный слой бетона – 32 мм [9];

Туп 4. Статически определяемая железобетонная балка таврового сечения, 554x358 мм, армируется рабочей арматурой 8Ø16 класса А-I, ст.3., объемная масса бетона 2330 кг/м³, влажность бетона 3,8%, заполнитель – известняк, защитный слой бетона – 21 мм [2];

¹ СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций [Электронный ресурс]: стандарт организации (утв. и введен в действие Приказом ФГУП "НИЦ "Строительство" от 20.10.2006 №156) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. – Версия Проф. – Электрон. Дан. – М., 2013.

Тип 5. Статически определяемая железобетонная балка прямоугольного сечения 500x1000 мм, пролет 6 м, армируется рабочей арматурой 4Ø22, 2Ø16 А300, объемная масса бетона 2310 кг/м³, влажность бетона – 2 %, заполнитель – гранит, защитный слой бетона – 65 мм.

Решение данной задачи проводилось путем оценки огнестойкости для всех типов (рис. 2) железобетонных балок, при одних и тех же значениях уровня утраты их несущей способности: 0%, 5%, 15%, 25%, 50%.

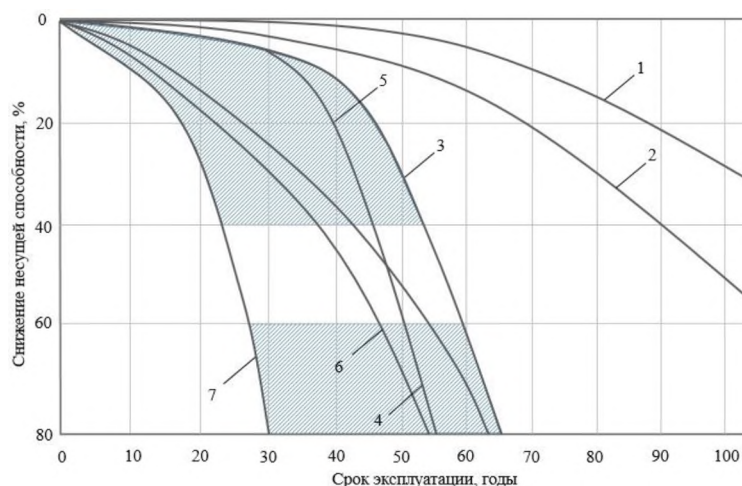


Рис. 1. Особенности изменения несущей способности железобетонных конструкций в зависимости от времени и условий их эксплуатации [4]:

- 1 – конструкция внутренних частей зданий при нормальной эксплуатации;
- 2 – то же, при нарушении эксплуатационного режима;
- 3 – конструкция наружных стен;
- 4, 5, 6 – конструкции, подверженные увлажнению и знакопеременным температурным воздействиям;
- 7 – заглубленные конструкции фундамента при воздействии агрессивных сред

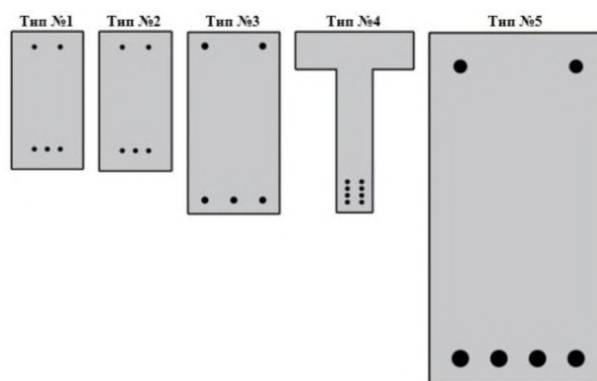


Рис. 2. Поперечные сечения рассматриваемых типов железобетонных балок

При проведении оценки эксплуатационных пределов огнестойкости выбранных типов железобетонных балок применялась верифицированная конечно-элементная модель балки в программном комплексе *Ansys Mechanical* и зонный подход.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оценки огнестойкости рассматриваемых типов балок в зависимости от уровня снижения их несущей способности приведены в табл. 1.

Полученные результаты (табл. 1) позволили установить зависимость между про-

цессом снижения огнестойкости и утратой несущей способности железобетонных балок при помощи предложенного проф. Ройтманом В.М. понятия «коэффициент утраты огнестойкости» [1].

Согласно [1], численное значение коэффициента утраты огнестойкости определяется по формуле:

$$C_n^f = \frac{\tau_{f,r}^{exp}}{\tau_{f,r}^{des}} \quad (1)$$

где $\tau_{f,r}^{exp}$ – эксплуатационный предел огнестой-

кости рассматриваемой конструкции, мин;
 $\tau_{f,r}^{des}$ – проектный предел огнестойкости рассматриваемой конструкции, мин.

По формуле (1) были определены значения коэффициентов утраты огнестойкости рассмотренных типов балок при различных значениях снижения их несущей способности.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

По полученным данным были построены зависимости коэффициента утраты огнестойкости от уровня снижения несущей способности рассматриваемых типов железобетонных балок, которые представлены на рис. 3.

Таблица 1. Значения эксплуатационных пределов огнестойкости различных типов железобетонных балок в зависимости от уровня снижения их несущей способности

Тип железобетонной балки	Значение эксплуатационного предела огнестойкости различных типов железобетонных балок, мин., в зависимости от уровня утраты их несущей способности в условиях эксплуатации, %					
	0	5	15	25	50	≥50
Тип №1	146	132	117	80	34	-
Тип №2	141	128	112	76	30	-
Тип №3	92	88	73	42	22	-
Тип №4	68	64	55	35	14	-
Тип №5	193	182	154	90	46	-

Таблица 2. Результаты определения значений коэффициента утраты огнестойкости рассмотренных типов железобетонных балок в зависимости от уровня снижения их несущей способности

Тип железобетонной балки	Коэффициент утраты огнестойкости C_n^f , различных типов железобетонных балок, в зависимости от уровня утраты их несущей способности в условиях эксплуатации, %					
	0	5	15	25	50	>50
Тип №1	1	0,9	0,801	0,548	0,233	0
Тип №2	1	0,908	0,794	0,539	0,213	0
Тип №3	1	0,956	0,793	0,457	0,239	0
Тип №4	1	0,941	0,809	0,515	0,206	0
Тип №5	1	0,943	0,798	0,466	0,238	0
Усредненное значение C_n^f	1	0,9296	0,799	0,505	0,2258	0

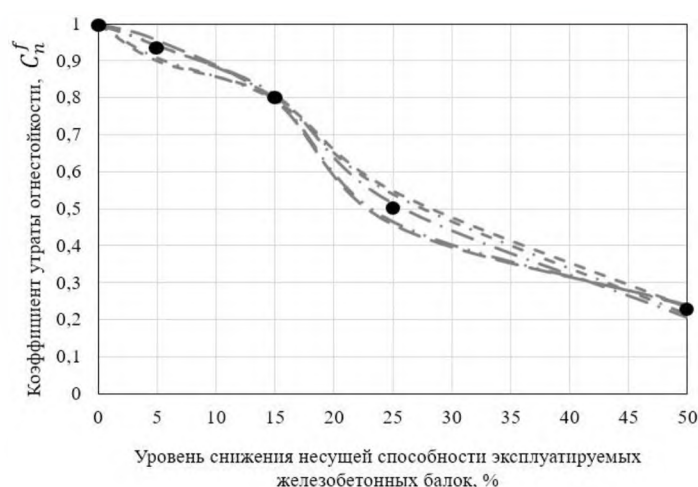


Рис. 3. Зависимости коэффициента утраты огнестойкости различных типов железобетонных балок от уровня утраты их несущей способности в условиях эксплуатации

Заключение

Таким образом, по итогам исследования огнестойкости железобетонных балок в зависимости от изменения их несущей способности в условиях эксплуатации можно сделать следующие выводы:

1) Значения коэффициента утраты огнестойкости для всех рассмотренных типов железобетонных балок несущественно зависят от материала балок, их геометрических параметров, толщины защитного слоя бетона.

2) Этот результат, имеющий научную новизну, дает возможность использовать его для разработки классификации эксплуатируемых железобетонных балок для целей оценок их огнестойкости.

3) На основе этой классификации является возможность для разработки метода оценки огнестойкости эксплуатируемых железобетонных балок, в зависимости от их технического состояния.

Список литературы

1. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. 382 с.
2. Яковлев А.И. Основы расчёта огнестойкости железобетонных конструкций: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1966. – 515 с.
3. Ройтман В.М. Оценка огнестойкости строительных конструкций на основе кинетических представлений о поведении материалов в условиях пожара: дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.03. М., 1987. 412 с.
4. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. М., 2008.
5. Техническое заключение по результатам обследования строительных конструкций здания Дворца спорта «Сокольники», расположенного по адресу: г. Москва, Сокольнический вал, д. 1 б с оценкой и рекомендациями / ЗАО «КТБ ЖБ». М., 2008.
6. Пшеничников М.С. Расчет элементов конструкций из разномодульного армированного материала с учетом ползучести и воздействия агрессивных сред: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.17. Саратов, 2000. 156 с.
7. Федоров В.Ю. Необходимость учёта времени и условий эксплуатации зданий и сооружений при оценке огнестойкости железобетонных конструкций // Технологии техносферной безопасности. 2018. Вып. 2 (78). С. 19–25. DOI: 10.25257/TTS.2018.2.78.19-25.
8. Sahmaran M. Effect of corrosion on shear behavior of reinforced engineered cementitious composite beams / M. Sahmaran, O. Anil, M. Lachemi, G. Yildirim, A.F. Ashour, F. Acar. *ACI structural journal*, 2015, issue. 112, №6, pp. 771–782.
9. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2-80) ЦНИИСК им. Кучеренко. М.: Стройиздат, 1985. 56 с.
10. Ghods A., Reza Sohrabi M. – M. Miri. Effect of rebar corrosion on the behavior of a reinforced concrete beam using modeling and experimental results. *Materials and technology*, 2014, issue. 48, №3, pp. 395–402.

References

1. Rojzman V.M. *Inzhenernye resheniya po ocenke ognestojkosti proektiruemyh i rekonstruiруemyh zdaniy* [Engineering solutions for fire resistance assessment of designed and reconstructed buildings]. M.: Associaciya «Pozharnaya bezopasnost' i nauka», 2001, 382 p.
2. Yakovlev A.I. *Osnovy raschyota ognestojkosti zhelezobetonnyh konstrukcij* [Bases of calculation of fire resistance of reinforced concrete structures]. Dr. tekh. sci. diss. M., 1966, 515 p.
3. Rojzman V.M. *Ocenka ognestojkosti stroitel'nyh konstrukcij na osnove kineticheskikh predstavlenij o povedenii materialov v usloviyah pozhara* [Fire resistance assessment of building structures on the basis of kinetic ideas about the behavior of materials in fire conditions]. Dr. tekh. sci. diss. M., 1987, 412 p.
4. Afanas'ev A.A. *Rekonstrukciya zhilyh zdaniy. CHast' I. Tekhnologii vosstanovleniya ehkspluatacionnoj nadezhnosti zhilyh zdaniy* [Reconstruction of residential buildings. Part I. technologies for restoring the operational reliability of residential buildings]. M., 2008.
5. *Tekhnicheskoe zaklyuchenie po rezul'tatam obsledovaniya stroitel'nyh konstrukcij zdaniya Dvorca sporta «Sokol'niki», raspolozhennogo po adresu: g. Moskva, Sokol'nicheskij val, d. 1 b s ocenкой i rekomendაციyami / ЗАО «КТБ ЖБ».* М., 2008.
6. Pshenichnikov M.S. *Raschet ehlementov konstrukcij iz raznomodul'nogo armirovannogo materiala s uchetom polzuchesti i vozdejstviya agressivnyh sred* [The calculation of the elements of structures made of heterogeneous reinforced material subject to creep, and aggressive environments]. Cand. tekh. sci. diss. Saratov, 2000, 156 p.
7. Fedorov V.Yu. *Neobhodimost' uchyota vremeni i uslovij ehkspluatაციi zdaniy i sooruzhenij pri ocenke ognestojkosti zhelezobetonnyh konstrukcij* [The need to take into account the time and operating conditions of buildings and structures in the assessment of fire resistance of concrete structures]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2018, issue. 2 (78), pp. 19–25. DOI: 10.25257/TTS.2018.2.78.19-25.
8. Sahmaran M. Effect of corrosion on shear behavior of reinforced engineered cementitious composite beams / M. Sahmaran, O. Anil, M. Lachemi, G. Yildirim, A.F. Ashour, F. Acar. *ACI structural journal*, 2015, issue. 112, №6, pp. 771–782.
9. *Posobie po opredeleniyu predelov ognestojkosti konstrukcij, predelov rasprostraneniya ognya po konstrukciyam i grupp vozgoraemosti materialov (k SNiP II-2-80) CNIISK im. Kucherenko.* М.: Stroijizdat, 1985, 56 p.

10. Ghods A., Reza Sohrabi M. – M. Miri. Effect of rebar corrosion on the behavior of a reinforced concrete beam using modeling and experimental results. *Materials and technology*, 2014, issue. 48, №3, pp. 395–402.

Федоров Владимир Юрьевич
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
E-mail: marketting7266@gmail.com
Fedorov Vladimir Jur'evich
Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
E-mail: marketting7266@gmail.com

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 678.067.5

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ БЕТОНОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ТЕРМИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ПОЖАРЕ

Д. В. ФЛЕГОНТОВ, М. В. АКУЛОВА, А. В. ПЕТРОВ, О. В. ПОТЕМКИНА
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: den.flegontov@yandex.ru

В настоящей работе рассмотрена возможность применения методики синхронного термического анализа для изучения бетонных композитов с целью дальнейшей идентификации очага скрытого пожара и определения мест наиболее поврежденных конструктивных элементов строительной конструкции. В работе анализируются показатели бетонов, полученные методом синхронного термического анализа, с показателями бетона, заранее подвергнутого термическому воздействию в муфельной печи.

В качестве основного метода установления зоны наибольшего термического повреждения используется синхронный термический анализ, состоящий из дифференциального термического анализа (ДТА), термогравиметрии (ТГ) и термогравиметрии по первой производной (ДТГ).

Метод синхронного термического анализа относится к методам неразрушающего контроля, позволяет зафиксировать изменение массы образца при нагревании в зависимости от температуры или времени нагрева. Построение и последующее использование зафиксированной зависимости позволяет определять как интенсивность, так и продолжительность температурного воздействия, которому подвергся испытуемый бетон.

При анализе получаемых термограмм возможно установление структурных особенностей бетона, что позволит установить очаги теплового воздействия, время теплового воздействия и степень повреждения конструкций, что, в свою очередь, дает возможность определить место возникновения пожара и сделать заключение о возможности дальнейшей эксплуатации поврежденных конструктивных элементов.

Ключевые слова: методика; повреждение конструкций; скрытый пожар; термический анализ; очаг пожара.

TECHNIQUE OF COMPLEX RESEARCH OF CONCRETES, EXPOSED TO THERMAL EXPOSURE TO FIRE

D. V. FLEGONTOV, M. V. AKULOVA, A. V. PETROV, O. V. POTJOMKINA
Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: den.flegontov@yandex.ru

In the present work, the possibility of using the synchronous thermal analysis technique for studying concrete composites with the aim of further identifying a hidden fire source and determining the places of the most damaged structural elements of a building structure is considered. The paper analyzes the indicators of concretes obtained by the method of simultaneous thermal analysis, with indicators of concrete that is previously exposed to thermal effects in a muffle furnace.

The main method of research is synchronous thermal analysis, which includes differential thermal analysis (DTA), thermogravimetry (TG) and thermogravimetry using the first derivative (DTG).

The method of simultaneous thermal analysis refers to the methods of non-destructive control, allows you to record the change in the mass of the sample when heated, depending on the temperature or

heating time. The construction and subsequent use of a fixed relationship allows us to determine both the intensity and the duration of the temperature exposure to which the concrete under test has been subjected.

When analyzing the resulting thermograms, it is possible to establish the structural features of the concrete, which will determine the sources of heat exposure, the time of heat exposure and the degree of damage to structures, which, in turn, makes it possible to determine the location of the fire, and then make a conclusion about the possibility of further operation of damaged structural elements.

Key words: method; structural damage; hidden fire; thermal analysis; hotbed of fire.

В настоящее время выявление скрытых очагов пожара остается актуальной и до конца не решенной задачей [1,2]. Существование многочисленных и разнообразных методик установления очага пожара не решает этой проблемы, так как не все они применимы после проведения ремонтно-реставрационных работ и обладают рядом ограничений.

В связи с этим представляется перспективным создание комплексной методики, предусматривающей последовательное применение существующих методов с учетом их преимуществ, что позволило бы получать объективные и достоверные данные о состоянии бетонных конструкций, подвергшихся температурному повреждению.

Целью данного исследования стала разработка комплексной методики исследования строительных композитов, включающая совместное использование методов ультразвукового анализа и исследование структуры и свойств строительных материалов, обеспечивающая эффективное установление очага пожара.

Полученные в работе результаты позволяют сделать заключение об изменении как физических, так и структурных характеристик бетона при различной степени нагрева, зарегистрированные различными методами. Данные отдельных методов исследования свидетельствуют об ухудшении прочностных характеристик образцов бетона, более выраженных в образцах, подверженных температурному воздействию до 900°C [3]. В соответствии с целью исследования уточнена объективность различных методов для установления последствий температурного воздействия. Так, например, склерометр рекомендовано использовать только когда требуется проведение сравнительного анализа степени термического воздействия на исследуемый образец и определения зон, подвергавшихся более высокому температурному воздействию.

Наличие зависимости скорости прохождения поверхностной ультразвуковой волны в бетоне с температурой и длительностью нагрева дает возможность сравнения скорости

распространения ультразвуковых волн как возможность установления зон термического воздействия на строительную конструкцию на основе цементных композитов, однако указанный метод менее качественен в применении при исследовании бетона, подвергнутого высокотемпературному воздействию из-за большого числа макротрещин. Термический анализ имеет некоторые преимущества перед другими методами, такие как: гибкость постановки эксперимента, одновременное получение нескольких характеристик исследуемого образца, быстрое получение информации, возможность автоматизации при обработке полученных результатов, использование незначительного количества вещества. Использование синхронного термического анализа (далее СТА), кроме определения температурного воздействия, позволяет определить соотношение компонентов в образце, начало и степень их разложения, наличие веществ с огнеупорными свойствами, соотношение диоксида кремния, остаточную массу образца в зависимости от времени и температуры прогрева, влияющее на свойства строительных материалов [3].

Получаемые данные о прочности материалов дают возможность определить степень изменения физических свойств исследуемых образцов. Они наносятся на план предполагаемого очага пожара, что позволяет выявить зоны температурного воздействия или преимущественное направление воздействия теплового потока [4].

При анализе получаемых термограмм возможно установление структурных особенностей бетона, что позволит установить очаги теплового воздействия, время теплового воздействия и степень повреждения конструкций. Это, в свою очередь, дает возможность определить место возникновения пожара, а далее сделать заключение о возможности дальнейшей эксплуатации поврежденных конструктивных элементов [5].

На рис. 1 приведен предлагаемый алгоритм действия по установлению скрытого очага пожара.



Рис. 1. Алгоритм применения отдельных методов исследования прочности бетонных композитов для определения зон термического повреждения при установлении скрытого очага пожара

В рамках разработки методики для первоначального определения поврежденной конструкции применялся склерометр Condrol Beton Pro для образцов бетона В15 и В25. При исследовании образца с помощью склерометра на экране прибора мы получаем значение прочностных характеристик исследуемого об-

разца. Зависимость изменения соотношения H_3/H_0 (H_3 предел прочности бетона при сжатии, H_0 предел прочности при сжатии эталонного показателя) от температуры нагрева бетона класса В15 и В25 показано на рис. 2 и 3 соответственно.

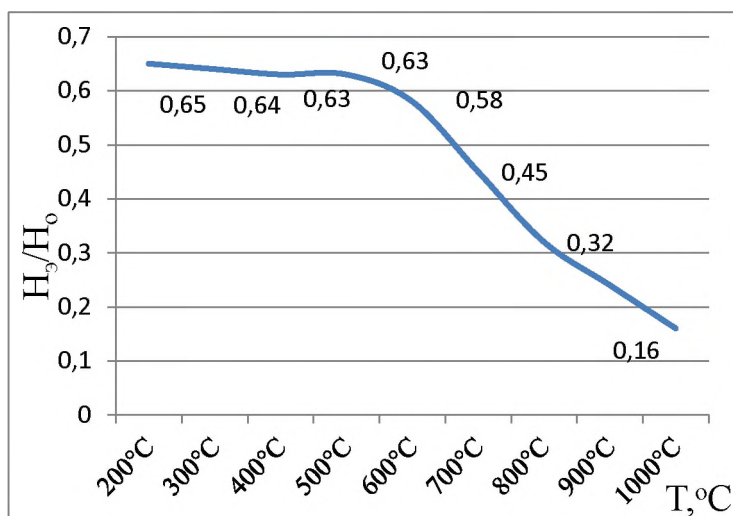


Рис. 2. Зависимость изменения соотношения H_3/H_0 (H_3 предел прочности бетона при сжатии, H_0 предел прочности при сжатии эталонного показателя) от температуры нагрева

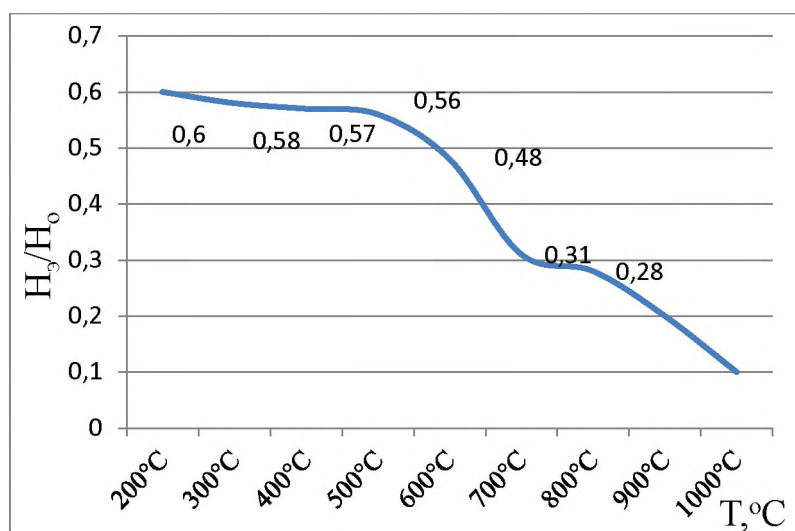


Рис. 3. Зависимость изменения соотношения H_3/H_0 (H_3 предел прочности бетона при сжатии, H_0 предел прочности при сжатии эталонного показателя) от температуры нагрева первой партии бетонных образцов

Из приведенных графиков видно, что на начальном этапе при температуре 200 – 500°C изменения прочности бетона незначительные, при увеличении степени термического воздействия до температур 500 – 700°C наблюдается существенное снижение прочности бетона, после чего происходит разрушение образцов.

В табл. 1 приведены результаты исследования прочности бетона при сжатии с помощью склерометра Condrol Beton Pro.

Из данных табл. 1 следует, что при температуре воздействия более 900°C прочность бетона низких марок (B15) снижается более чем в 7 раз. Для бетона марки B25 прочность бетона снижается в 8 раз. Таким образом, применение склерометра в зонах термического поражения с температурой воздействия выше 500°C применимо только для более точного определения зоны наиболее термического поврежденного участка бетонной или железобетонной конструкции.

Таблица 1. Зависимость прочности при сжатии бетона от температуры нагрева с помощью склерометра

Температура обжига, °C	Показания склерометра, кН	
	Бетон B15	Бетон B25
20°C	20,1	32,01
500°C	18,46	19,34
900°C	3,54	3,9

У изготовленных в лабораторных условиях образцов бетона марок B15 и B25 после нагрева предел прочности при сжатии был исследован с помощью гидравлического прессы [6]. Испытания предела прочности при сжатии проводились согласно ГОСТ 10180 и ГОСТ 18105-2010 [7,8,9]. Полученные данные приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, образцы бетонов, подвергшиеся термическому воздействию, имеют внешние признаки повреждения, а также значительно теряют вес.

Одним из немаловажных факторов потери прочностных характеристик бетонов яв-

ляется высвобождение химически связанной влаги из образца, с чем связано его изменение массы. Исследование бетонов методом синхронного термического анализа дает возможность определять структуру и химический состав исследуемых образцов. Динамики термической и химической устойчивости, процессов разложения дают возможность как прогнозирования поведений различных конструкций в условиях пожара, так и возможность выявить зоны пожара или место основного воздействия теплового потока.

Таблица 2. Зависимость прочности при сжатии бетона от температуры нагрева на гидравлических прессах

Наименование	Класс бетона			
	500°C		900°C	
	B 15	B 25	B15	B25
Масса образца перед нагревом (кг)	7,59	7,58	7,51	7,53
Масса образца после нагрева (кг)	7,35	7,22	7,12	7,17
Нагрузка разрушения до нагрева (кН)	239	360	239	360
Нагрузка разрушения после нагрева (кН)	202	158	10	31
Внешние изменения	Розоватый оттенок на поверхности	Белый оттенок внутри образца после разрушения	Значительное изменение структуры бетона, разделение образца на частицы	Значительное изменение структуры бетона, разделение образца на частицы

В качестве подтверждения использования указанной методики рассмотрим исследование бетонных композитов с помощью прибора SDT-Q600 на термогравиметрической зависимости в составе синхронного термического анализа, при которой отслеживается изменение массы образца в зависимости от температуры нагрева или времени при температурном воздействии в заданной среде с регулируемой скоростью.

Исследование образцов бетона, подвергнутого термическому воздействию, методом термического анализа проводилось при выполнении следующих условий: в воздушной среде в интервале температур от 30 до 1000°C со скоростью подъема температуры от 5 до 20 °C/мин, линейная скорость продувочного газа составляла 100 куб.см/мин.

На рис. 4, 5 представлены термограммы контрольных образцов бетона B15 и B25 [3].

Как видно из указанных термограмм, на первом и втором этапах нагрева происходит испарение воды. При нагреве до 100°C происходит большое высвобождение несвязанной воды, а при нагреве от 100 до 200°C отделяются гидраты неорганических солей. На третьем этапе, при температурном воздействии от 200 до 400°C, происходит потеря массы и, как следствие, постепенное снижение прочности бетона. Снижение прочности бетона происходит по большей мере из-за процессов дегидратации гидроалюминатов, перекристаллизации и распада гидросульфалюминатов кальция.

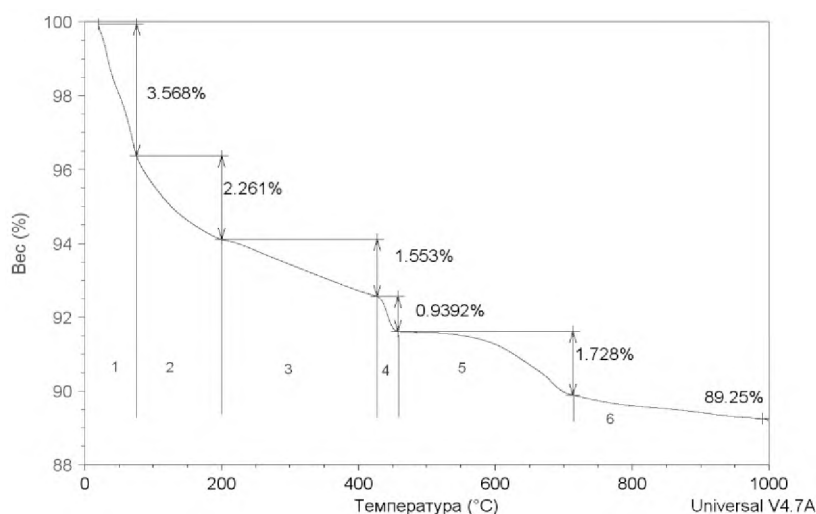


Рис. 4. Термограмма бетона B15

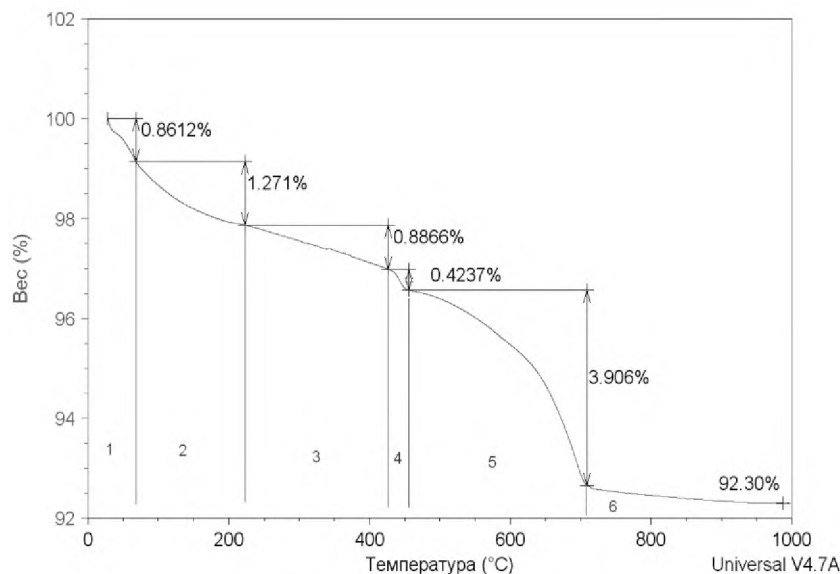


Рис. 5. Термограмма бетона В25

При 410°C (четвертый этап) происходит дегидратация гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. На пятом этапе, при температуре от 500 до 600°C, происходит разложение трехкальцевого силиката, что ведет к дальнейшему снижению прочности цементного камня. При температуре 650 – 700°C (шестой этап) начинается разложение карбонатов. Наличие на термограмме эндотермического пика ($T=568,73^\circ\text{C}$), характеризует структурный переход оксида кремния из α - в β - модификацию.

Термограммы бетона В15 и В25, предварительно подвергшиеся высокотемпературному воздействию, показывают значительное отличие от контрольных термограмм.

Для получения сравнительных результатов образцы бетона нагревались в муфельной печи при различных температурах (200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 и 1000°C) в течение 30 мин.

В бетоне В15, подвергнутом температурному воздействию на протяжении 30 минут, наименьшую потерю массы имеют образцы, предварительно прогретые при 1000°C. Наибольшая потеря массы наблюдается у образцов, подвергавшихся нагреву при 300°C в течение 30 минут. Термограммы образцов бетона В25, подвергшихся аналогичному предварительному прогреву, похожи на термограммы бетона более низкой марки, но более интенсивные, что говорит о наличии высокооснов-

ных кристаллогидратов, которые разлагаются при температурах свыше 600°C. Сравнив результаты исследования методом термогравиметрии, можно установить зависимость изменения массы бетона от температуры предварительного нагрева, а значит, и применять данный метод для обнаружения скрытых очагов пожара и его интенсивность [10].

Как видно из приведенных данных, синхронный термический анализ позволяет установить количественное значение потери воды при нагреве цементных композитов до определенных температур в зависимости от класса бетона. Это позволяет применять данный метод для определения возможного протекания пожара и его интенсивности при отборе из толщи конструкции небольшого количества материала с целью дальнейшей идентификации очага скрытого пожара. Также данная методика может применяться для определения наибольшей степени термического повреждения бетонных строительных конструкций с последующей оценкой их дальнейшей эксплуатации.

Применение данной методики зарекомендовало себя с положительной стороны при проведении работ в части строительного контроля (надзора) при строительстве и эксплуатации объектов топливно-энергетического комплекса на территории Западной Сибири.

Список литературы

1. Теоретические основы исследования и анализа латентной преступности / под ред. С.М. Иншакова. М., ЮНИТИ-ДАНА, 2015. С. 231, 384, 478.

References

1. *Teoreticheskie osnovy issledovaniya i analiza latentnoj prestupnosti* [Theoretical bases of research and analysis of latent crime] / pod red. S. M. Inshakova. M., YUNITI-DANA, 2015, pp. 231, 384, 478.

2. Лунеев В.В. Курс мировой и российской криминологии. М., 2012. Т.1. С. 386.

3. Влияние температуры нагрева в условиях пожара на свойства цементного камня / Г.В. Плотникова [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2013. № 2 (65). С.24.

4. Флегонтов Д.В., Акулова М.В., Потемкина О.В. Перспективные методы обнаружения поврежденных конструкций от скрытых очагов пожара // Наукоедение. 2017. Т. 9. № 4. С. 85.

5. Флегонтов Д.В., Акулова М.В., Родионов Е.Г. Оценка повреждений конструкций от скрытых очагов пожара // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2017. № 3 (24). С. 75–77.

6. ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний. Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001.

7. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Стандартинформ, 2006.

8. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Стандартинформ, 2012.

9. ГОСТ 30247.0—94. Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования. Введ. - 01.01.1996 г. М.: Изд-во стандартов, 1996.

10. Ключников В.Ю., Дашко Л.В. Экспертное исследование наиболее распространенных объектов пожарно-технической экспертизы с применением метода термического анализа. Глава №1 учебного пособия (по теме № 2.18 Плана НИР-2012) ЭКЦ МВД России

2. Luneev V.V. Kurs mirovoj i rossijskoj kriminologii [Course of world and Russian criminology]. M., 2012, t.1, p. 386.

3. Vliyanie temperatury nagreva v usloviyah pozhara na svojstva cementnogo kamnya [The influence of the heating temperature in a fire on the properties of cement stone] / G.V. Plotnikova [et al.]. Vestnik Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii, 2013, issue. 2 (65), p. 24.

4. Flegontov D.V., Akulova M.V., Potemkina O.V. Perspektivnye metody obnaruzheniya povrezhdenij konstrukcij ot skrytyh ochagov pozhara [Promising methods for detecting structural damage from hidden fires]. Naukovedenie, 2017, issue. 9, № 4, p. 85.

5. Flegontov D.V., Akulova M.V., Rodionov E.G. Ocenka povrezhdenij konstrukcij ot skrytyh ochagov pozhara [Assessment of structural damage from hidden fires]. Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii, 2017, issue. 3 (24), pp. 75–77.

6. GOST 10181-2000 Smesi betonnye. Metody ispytaniy. Gosstroj Rossii, GUP CPP, 2001.

7. GOST 10180-90 Betony. Metody opredele-niya prochnosti po kontrol'nym obrazcam. Standartinform, 2006.

8. GOST 18105-2010 Betony. Pravila kontrol-ya i ocenki prochnosti. Standartinform, 2012.

9. GOST 30247.0—94. Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniya na ognestojkost'. Obshchie trebovaniya. M.: Izd-vo standartov, 1996.

10. Klyuchnikov V.Yu., Dashko L.V. Ehkspertnoe issledovanie naibolee rasprostranennyh ob"ektov pozharno-tekhniceskoy ehkspertizy s prime-neniem metoda termicheskogo analiza [Expert study of the most common objects of fire-technical expertise using the method of thermal analysis]. Glava №1 uchebnogo posobiya (po teme № 2.18 Plana NIR-2012) EHKS MVD Rossii

Флегонтов Денис Вячеславович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
адъюнкт

E-mail: den.flegontov@yandex.ru

Flegontov Denis Viacheslavovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo
graduate student

E-mail: den.flegontov@yandex.ru

Акулова Марина Владимировна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты
(в составе УНК «Государственный надзор»),

E-mail: akylova@yandex.ru

Akulova Marina Vladimirovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo
doctor of technical sciences, professor

Professor of the Department of Fire Safety of Protection Facilities (as part of the «State Supervision»)

E-mail: akylova@yandex.ru

Петров Андрей Вячеславович,

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отделения УНК «Государственный надзор»

E-mail: avp75@inbox.ru

Petrov Andrey Viacheslavovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences, associate professor, Head of the Research Department of the UNOC «State Supervision»

E-mail: avp75@inbox.ru

Потемкина Ольга Владимировна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук, доцент

помощник начальника академии

E-mail: molodkina@mail.ru

Potemkina Olga Vladimirovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences, associate professor,

assistant to the chief of academy

E-mail: molodkina@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 504.05+614.7+631.41

МОНИТОРИНГ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНОГО ГОРОДА

О. В. НАМЕСТНИКОВА¹, М. В. БУЗАЕВА²

¹ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва

²ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет,
Российская Федерация, г. Ульяновск

E-mail: ovnamestnikova@inbox.ru, m.buzaeva@mail.ru

В работе представлены результаты исследований засоления почв Северо-Восточного административного округа города Москвы, основным источником которого является накопление водорастворимых веществ в почвах города, в связи с широким применением в зимний период противогололедных реагентов.

В результате исследований было установлено, что pH в почвах Северо-Восточного административного округа города Москвы варьируется в широких пределах. Преобладают почвы с нейтральной, близкой к нейтральной и слабокислой реакцией среды. В большинстве проб, взятых с территорий наиболее подверженных антропогенному воздействию, значения pH выше, чем у природных почв. На территории исследуемого округа преобладают почвы со средним, низким и очень низким содержанием органических веществ. Наиболее низкие величины содержания органического вещества характерны для почв территорий с промышленной функциональной принадлежностью.

На территории Северо-Восточного административного округа города Москвы преобладают почвы сульфатно-магниево-кальциевого типа засоления, которые занимают 77,0- 81,6% от общей площади почвенного покрова в зависимости от глубины исследованных почвенных образцов. Данный тип засоления преобладает в почвах округа независимо от функциональной принадлежности территорий. Материалы исследований представлены в виде карт-схем, что позволяет наглядно определить очаги засоления почв с различной степенью остроты экологических проблем на территориях исследованного округа.

Ключевые слова: экологическая безопасность; загрязнение городских почв; противогололедные реагенты; засоление почв; сульфаты; хлориды; гидрокарбонаты; катионы почв.

MONITORING OF SOIL SALINITY IN THE SYSTEM OF ECOLOGICAL SAFETY OF A LARGE CITY

O. V. NAMESTNIKOVA¹, M. V. BUZAEVA²

¹Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Moscow

²Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ulyanovsk State Technical University»
Russian Federation, Ulyanovsk

E-mail: ovnamestnikova@inbox.ru, m.buzaeva@mail.ru

The paper presents the results of research of soil salinization in the North-Eastern Administrative District of Moscow. The main source of salinization is the accumulation of water-soluble substances in the soils of the city due to the widespread use of deicing agents in winter.

As a result of the research it was established that the pH in the soils of the Northeast Administrative District of the city of Moscow varies widely. Soil prevails having a neutral, close to neutral and slightly acidic

reaction. In most samples taken from the territories most exposed to anthropogenic influence, the pH values are higher than those of natural soils. On the territory of the district, there are mainly soils with medium, low and very low content of organic matter. The lowest values of the organic matter content are characteristic of the soils of territories with industrial functional affiliation.

On the territory of the northeastern administrative district of Moscow, sulfate-magnesium-calcium type salinity soils predominate, which occupy 77.0– 81.6% of the total soil cover, depending on the depth of the soil samples studied. This type of salinization prevails in the soils of the district, regardless of the functional affiliation of the territories. The research materials are presented in the form of map schemes, which allows you to clearly identify the foci of soil salinization with varying degrees of severity of environmental problems in the territories of the studied district.

Key words: environmental safety; pollution of urban soils; deicing agents; salinization of soils; sulfates; chlorides; hydrocarbonates; cations soils.

Одним из факторов деградации почв в условиях крупного города является их техногенное засоление, вследствие интенсивного применения в зимний период противогололедных реагентов (ПГР). В соответствии с действующими технологиями зимней уборки улично-дорожной сети на территории города Москвы предусмотрены к использованию различные виды твердых, жидких и комбинированных ПГР (табл.1). ПГР представляют собой многокомпонентную смесь, состоящую из различных органических и неорганических солей^{1,2}.

Процессы засоления городских почв могут развиваться достаточно быстро, особенно на придорожных территориях. Компоненты ПГР, накапливаясь в почвах, нарушают процессы их функционирования – изменяются свойства, химический состав и строение профиля. Накопление солей в поверхностном слое почв приводит к изменению состояния травянистой растительности (например, изменяется видовой состав), наблюдается угнетение древесно-кустарниковой растительности и является одной из причин гибели зеленых насаждений в городах [1-6].

От состояния почвенного покрова урботерриторий зависит не только жизнеспособность зеленых насаждений, но и экологическая ситуация в городе в целом, в том числе комфортность обитания его жителей.

Объектом исследования выбраны почвы и земли Северо-Восточного администра-

тивного округа (СВАО) города Москвы. Отбор проб проводился с учетом функционального деления территорий города (зоны особо охраняемых природных территорий (ООПТ), природных и озелененных территорий, селитебные (жилые) территории, производственные функциональные зоны (включая транспортные территории), многофункциональные общественные зоны).

С целью изучения типов и степени засоления почв отбор почвенных образцов с глубины 0-5 и 5-20 см. Всего было отобрано с территории округа 174 почвенных образца.

Аналитические исследования проводились в лаборатории физико-химического анализа управления научных исследований Ульяновского государственного технического университета. Методика исследования включала определение содержания органического вещества (ГОСТ 26213-91); легкорастворимых солей: хлориды (ГОСТ 26425-85), сульфаты (ГОСТ 26426-85), гидрокарбонаты (ГОСТ 26424-85); натрия (ГОСТ 26427-85), магний и кальций (ГОСТ 26428-85); катионы аммония (ГОСТ 26489-85); кислотность (рН) (ГОСТ 26483-85). К полученным данным применялась первичная обработка общепринятыми методами описательной статистики. Тип засоления по анионному и катионному составу, а также степень засоления почв по содержанию токсичных солей в зависимости от химизма засоления определяли по методикам Н.И. Базилевич, Е.И. Панковой [7].

Величина кислотности корнеобитаемого слоя в городских почвах колеблется в широких пределах. В верхнем гумусном слое почвы (глубина 0-5 см): 1,2 % почвенных образцов имеют слабощелочную и щелочную реакцию среды (рН=7,5-8,5); 44,7 % проб – близкую к нейтральной и нейтральную (рН=6,5-7,5); 47,1 % проб – слабокислую реакцию (рН=5,5-6,5); 5,8 % – среднекислую реакцию (рН=4,5-4,5); сильнокислая реакция (рН=4-4,5) наблюдалась лишь в одной пробе (1,2 %).

¹ Распоряжение Департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы № 05-14-650/1 от 28.09.2011 «Об утверждении технологии зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололедных реагентов и гранитного щебня фракции 2-5 мм (на зимние периоды с 2010-2011 гг. и далее). – URL: <http://ivo.garant.ru>.

² ОДН 218.2.027-2003 Требования к противогололедным материалам. – URL: <http://ivo.garant.ru>.

Таблица 1. Характеристика наиболее распространенных ПГР

№	Наименование	Основной компонент	Документ
хлориды (на основе NaCl, CaCl₂ и MgCl₂)			
1	ХКМ (хлористый кальций модифицированный, ингибированный)	CaCl ₂	ТУ 2149-026-13164401-98 «Жидкий противогололедный состав ХКМ»
2	Биомаг – модифицированный хлористый магний	Бишофит – MgCl ₂ · 6H ₂ O	ТУ 2152-001-53561075-02 «Противогололедный материал Биомаг - ХММ»
3	ХКФ – хлористый кальций фосфатированный	CaCl ₂	ТУ 2152-057-05761643-2000 «Кальций хлористый фосфатированный»
4	Технический хлористый натрий карьерный	NaCl	ТУ 2152-067-00209527-95 «Натрий хлористый технический карьерный»
5	ПГР на основе хлористого натрия	NaCl	ТУ 2152-082-00209527-99 «Материал противогололедный»
6	Природные рассолы и промышленные жидкие отходы	хлористо-натриевые или хлористо-кальциево-натриевые жидкие материалы	природные рассолы распространены в основном в европейской части РФ
ацетаты (на основе CH₃COOK, Ca(CH₃COO)₂, CH₃COONH₄)			
7	Нордикс	CH ₃ COOK	ТУ 2149-002-40874358-00 «Антигололедный реагент на ацетатной основе»
8	Антиснег-1	CH ₃ COONH ₄	ТУ 2149-001-45052508-00 «Антиснег-1» противогололедная жидкость»
карбамиды (на основе мочевины и карбамидно-аммиачной селитры)			
9	КАС	карбамидно-аммиачная селитра	ТУ 2149-001-40128052-97 «Состав жидкий противогололедный»
Нитраты (на основе Ca(NO₃)₂, Mg(NO₃)₂)			
10	НКМ (АНС)	Ca(NO ₃) ₂ , мочевины	ТУ У 6-13441912.001-97 «Реагент антигололедный гранулированный»
11	НКММ	Ca(NO ₃) ₂ , Mg(NO ₃) ₂ , мочевины	ТУ 2149-051-05761643-98 «Антигололедный реагент НКММ»

В слое почвы глубиной 5-20 см 9,2 % почвенных образцов имеют слабощелочную и щелочную реакцию среды, 65,5% – близкую к нейтральной и нейтральную; 18,3 % – слабокислую реакцию; 3,5 % – среднекислую реакцию; 2,3 % – сильнокислую реакцию; очень сильнокислая реакция (рН менее 4) наблюдалась только в одной пробе (1,2 %). В большинстве проб, взятых с территорий, наиболее подверженных антропогенному воздействию, реакция среды выше, чем у природных почв [8].

Установлено, что на территории СВАО преобладают почвы со средним (содержание гумуса=4-6 %) – 20,7 %; низким (2-4 %) – 28,7 % и очень низким содержанием органического вещества (менее 2%) – 20,7 % проб почв. Доли проб почв с повышенным (6-8 %) и высоким (более 8%) содержанием гумуса соответствен-

но составляют 19,5 и 10,4 %. Среднее содержание гумуса в почвах ООПТ, природных и озелененных территорий составляет 5,84 %. Однако пространственное распределение значений параметра на данных территориях в исследуемом округе крайне неравномерное (диапазон измеряемых значений: от 0,98 до 9,22 %). Наиболее низкие величины содержания органического вещества характерны для почв территорий с промышленной функциональной принадлежностью: среднее содержание гумуса составляет 2,93 % (диапазон определяемых значений: от 1,19 до 3,57 %) [9].

Средние, минимальные и максимальные значения кислотно-основных характеристик, анионный и катионный состав почв по району СВАО г. Москвы приведены в табл.2–3.

Таблица 2. Значение pH и среднее содержание основных ионов
в поверхностном слое почвы глубиной 0-5 см СВАО г. Москвы (2016 год)

Показатель	pH	СГ, мг/100 г	SO ₄ ²⁻ , мг/100 г	HCO ₃ ⁻ , мг/100 г	NH ₄ ⁺ , мг/100 г	Ca ²⁺ , ммоль/ 100 г	Mg ²⁺ , ммоль/ 100 г	Na ⁺ , мг/100 г
Алексеевский район								
Среднее	6,35	4,99	56,3	31,1	4,39	3,68	1,05	1,78
Min	5,48	3,43	28,7	15,3	1,36	2,21	0,45	0,94
Max	7,25	7,27	99,3	62,5	12,12	6,38	2,31	3,34
Алтуфьевский район								
Среднее	6,90	4,27	96,4	58,2	9,49	4,47	0,25	2,02
Min	6,74	4,02	93,4	55,9	9,38	4,30	0,23	1,93
Max	6,99	4,53	98,6	61,0	9,63	4,63	0,27	2,09
Бабушкинский район								
Среднее	6,69	5,51	49,4	46,8	7,45	4,38	1,24	3,02
Min	5,79	4,03	32,6	20,8	2,12	2,54	0,89	2,13
Max	7,38	7,10	69,6	75,5	16,11	6,12	3,14	4,16
Район Бибирево								
Среднее	6,36	3,50	58,6	40,2	4,92	4,20	1,57	1,56
Min	5,70	2,27	32,5	15,3	3,92	3,39	1,07	1,20
Max	6,94	4,63	79,0	58,0	5,73	5,35	2,02	2,01
Бутырский район								
Среднее	6,68	4,95	59,4	44,7	12,16	5,60	1,54	3,66
Min	6,41	3,51	34,3	37,8	6,12	3,28	0,73	1,35
Max	6,89	8,88	105,1	57,4	22,89	6,77	2,59	10,78
Район Лианозово								
Среднее	6,09	4,32	56,1	40,9	2,81	3,76	1,02	2,66
Min	5,64	2,52	42,2	28,8	1,12	2,25	0,61	1,15
Max	6,64	5,72	64,5	61,0	5,05	6,36	1,61	3,73
Лосиноостровский район								
Среднее	5,69	6,22	61,4	21,5	5,51	3,75	0,99	1,88
Min	5,09	3,96	36,5	15,3	4,20	2,71	0,59	1,43
Max	6,41	9,54	89,7	30,5	6,48	6,02	1,32	2,73
Район Марфино								
Среднее	6,59	3,60	42,5	51,2	2,72	3,97	1,84	2,09
Min	6,38	2,84	33,4	31,1	1,49	3,20	1,58	1,62
Max	6,90	4,11	48,4	76,0	4,12	5,61	2,10	2,64
Район Марьино								
Среднее	6,40	6,74	73,0	29,2	9,53	6,34	1,61	4,54
Min	5,11	4,03	27,4	12,2	1,38	2,57	0,50	1,11
Max	6,91	12,54	181,1	54,2	18,95	11,30	3,24	10,27
Останкинский район								
Среднее	6,19	4,76	52,8	37,2	9,32	4,29	1,49	2,50
Min	4,28	2,85	19,1	9,2	3,09	1,63	0,79	1,10
Max	7,25	9,25	106,1	69,0	20,81	6,04	2,59	4,45
Район Отрадное								
Среднее	6,79	4,31	78,7	55,9	7,25	9,68	1,70	2,44
Min	5,51	2,98	34,1	14,6	2,28	2,00	0,82	1,28
Max	7,84	6,23	159,1	134,2	19,85	52,50	5,58	3,77
Район Ростокино								
Среднее	6,24	5,77	83,3	29,9	5,64	5,29	1,75	2,07
Min	4,86	3,36	33,6	12,2	1,24	2,60	0,98	0,66
Max	6,90	7,40	129,5	49,2	14,41	9,57	3,76	4,56
Район Свиблово								
Среднее	6,62	4,04	52,2	44,9	6,24	4,95	1,03	2,79
Min	5,05	2,45	33,3	12,1	3,54	3,97	0,49	0,99
Max	7,42	5,44	79,2	73,0	12,08	5,53	1,70	6,37

Показатель	pH	Cl ⁻ , мг/100 г	SO ₄ ²⁻ , мг/100 г	HCO ₃ ⁻ , мг/100 г	NH ₄ ⁺ , мг/100 г	Ca ²⁺ , ммоль/ 100 г	Mg ²⁺ , ммоль/ 100 г	Na ⁺ , мг/100 г
Район Северное Медведково								
Среднее	6,16	4,39	56,2	34,1	5,27	3,60	1,20	1,71
Min	5,61	3,91	46,4	20,1	1,36	2,87	0,60	1,21
Max	6,58	5,13	65,0	45,8	10,70	4,23	2,39	3,91
Северный район								
Среднее	5,96	3,83	65,9	39,5	2,94	3,45	1,30	1,67
Min	5,54	2,95	23,1	19,4	2,04	2,50	0,62	1,28
Max	6,78	4,56	110,3	67,1	5,02	4,80	2,07	2,12
Район Южное Медведково								
Среднее	6,34	5,37	54,4	41,1	5,04	2,48	1,72	1,92
Min	6,29	5,12	52,8	39,2	4,93	2,40	1,59	1,88
Max	6,37	5,56	56,6	42,7	5,13	2,63	1,84	1,96
Ярославский район								
Среднее	6,62	4,70	76,3	37,3	7,30	4,31	1,13	1,92
Min	6,38	3,48	40,4	33,3	4,66	3,92	0,74	1,73
Max	6,80	5,29	115,2	39,7	9,92	4,76	1,57	2,05

Таблица 3. Значение pH и среднее содержание основных ионов в поверхностном слое почвы глубиной 5-20 см СВАО г. Москвы (2016 год)

Показатель	pH	Cl ⁻ , мг/100 г	SO ₄ ²⁻ , мг/100 г	HCO ₃ ⁻ , мг/100 г	NH ₄ ⁺ , мг/100 г	Ca ²⁺ , ммоль/ 100 г	Mg ²⁺ , ммоль/ 100 г	Na ⁺ , мг/100 г
Алексеевский район								
Среднее	6,85	5,24	53,7	40,8	2,53	3,85	1,96	1,94
Min	5,64	4,37	19,1	28,2	0,79	5,22	1,03	1,01
Max	7,89	6,85	109,6	49,6	6,82	2,71	2,58	4,55
Алтуфьевский район								
Среднее	7,35	4,58	53,0	59,6	1,93	5,66	0,94	1,43
Min	7,28	4,26	50,3	58,0	1,83	5,34	0,90	1,41
Max	7,41	4,80	55,2	63,0	2,06	6,12	0,99	1,46
Бабушкинский район								
Среднее	7,01	4,14	73,8	42,8	3,77	3,86	1,62	8,24
Min	6,14	2,89	34,5	32,9	1,87	2,52	0,84	1,77
Max	8,16	5,34	126,3	54,9	5,60	4,97	3,14	21,55
Район Бибирево								
Среднее	6,73	4,91	52,1	45,5	2,88	3,84	1,25	1,74
Min	5,84	4,63	25,3	27,9	1,98	3,06	0,57	1,50
Max	7,79	5,52	69,2	61,0	3,82	4,84	1,69	2,10
Бутырский район								
Среднее	6,88	4,98	57,5	53,5	5,21	4,97	1,64	2,50
Min	6,69	3,40	41,1	34,4	2,18	3,92	0,90	1,75
Max	7,13	6,71	67,6	77,5	11,11	7,45	2,95	3,40
Район Лианозово								
Среднее	5,97	4,64	82,0	39,2	1,57	3,17	1,29	3,48
Min	4,78	3,46	43,3	26,5	1,05	1,96	0,84	1,28
Max	6,69	5,63	128,7	48,1	2,01	4,34	1,79	6,60
Лосиноостровский район								
Среднее	6,13	4,52	61,5	28,4	2,50	3,02	1,15	1,83
Min	5,56	2,90	40,6	22,9	1,74	2,07	0,70	0,89
Max	6,90	7,13	99,2	39,4	3,39	4,12	1,66	2,99
Район Марфино								
Среднее	6,57	4,31	53,7	53,0	2,45	4,82	1,56	2,18
Min	6,43	3,59	38,5	45,6	1,98	3,85	0,91	1,55
Max	6,69	4,67	63,5	61,5	2,75	5,96	2,18	2,78

Показатель	pH	Cl ⁻ , мг/100 г	SO ₄ ²⁻ , мг/100 г	HCO ₃ ⁻ , мг/100 г	NH ₄ ⁺ , мг/100 г	Ca ²⁺ , ммоль/ 100 г	Mg ²⁺ , ммоль/ 100 г	Na ⁺ , мг/100 г
Район Марьино роца								
Среднее	6,74	6,53	65,5	38,9	3,70	4,83	1,27	3,16
Min	6,20	3,70	30,0	12,2	1,36	3,17	0,57	1,62
Max	7,23	10,17	124,2	58,1	5,37	8,24	2,48	8,93
Останкинский район								
Среднее	6,32	4,22	43,5	42,6	3,94	4,37	1,68	2,15
Min	4,18	3,11	25,6	15,7	1,66	1,40	0,34	1,14
Max	7,70	6,35	78,3	77,5	5,89	8,14	3,76	4,20
Район Отрадное								
Среднее	7,10	4,12	60,3	50,8	3,75	6,90	1,40	2,17
Min	6,24	0,91	19,4	29,1	1,50	2,48	0,60	0,87
Max	7,89	6,31	184,0	68,9	9,02	30,71	3,65	3,61
Район Ростокино								
Среднее	6,80	5,63	68,7	45,2	2,34	4,64	1,11	1,44
Min	6,40	3,56	34,3	27,5	0,80	2,80	0,63	0,76
Max	7,33	8,19	99,0	70,2	3,89	6,99	2,27	2,73
Район Свиблово								
Среднее	7,09	4,08	60,1	54,2	2,86	5,55	1,44	1,28
Min	6,97	3,11	43,7	42,0	1,39	3,75	0,72	0,87
Max	7,50	5,65	86,1	66,1	4,23	6,49	2,38	1,93
Район Северное Медведково								
Среднее	6,55	6,37	71,2	57,9	2,61	4,71	1,45	2,47
Min	5,48	4,50	34,3	27,9	1,21	2,58	1,23	2,07
Max	7,34	9,29	119,6	90,3	4,91	7,22	1,75	3,05
Северный район								
Среднее	5,42	4,20	68,7	35,7	1,13	3,04	1,10	2,42
Min	3,90	3,19	26,2	08,4	0,80	1,17	0,58	1,25
Max	7,66	4,96	99,2	69,7	1,19	5,63	1,76	4,21
Район Южное Медведково								
Среднее	6,06	5,58	65,8	33,6	1,64	3,06	0,75	2,11
Min	5,98	5,47	63,2	31,1	1,55	2,83	0,72	2,05
Max	6,15	5,70	67,2	36,2	1,73	3,39	0,82	2,21
Ярославский район								
Среднее	6,96	4,70	76,4	45,4	3,28	3,39	1,14	2,36
Min	6,77	4,27	36,0	38,2	2,74	2,52	1,05	2,05
Max	7,17	4,96	115,2	53,4	3,92	4,46	1,22	2,99

На территории СВАО г. Москвы преобладают почвы сульфатно-магниево-кальциевого типа засоления, которые занимают 81,6 (глубина 0-5 см) и 77,0 % (глубина 5-20 см) от общей площади почвенного покрова. При этом данный тип засоления преобладает в почвах округа независимо от функциональной принадлежности территорий (табл. 4).

По степени засоления исследуемые почвы преимущественно слабозасоленные – на их долю приходится более половины почв всей территории округа (58,6 и 65,5% соответственно для глубин 0-5 и 5-20 см). Только в одной точке (по адресу Алтуфьевское шоссе, 4) было определено сильное засоление почвенного профиля глубиной 0-20 см (1,2%).

К незасоленным почвам условно можно отнести 29,9 % территорий исследуемого округа.

Наиболее часто незасоленные почвы встречаются в жилых функциональных зонах округа и на ООПТ, природных и озелененных территориях (соответственно 31,2-41,2 и 34,4-41,2 % от общей площади жилых зон в зависимости от глубины отобранных образцов почв). Производственные функциональные зоны характеризуются слабо- и средnezасоленными почвами на глубине 0-5 см (соответственно 80 и 20 %) или незасоленными и слабозасоленными почвами на глубине 5-20 см (соответственно 20 и 80 % от общей площади промышленных и транспортных территорий). Слабозасоленные почвы выявлены даже на ООПТ, природных и озелененных территориях (53,1–58,8 % от общей площади данных функциональных зон с разных глубин) (см. табл. 4–5).

Таблица 4. Характеристика типа засоления почв и земель СВАО г. Москвы

Функциональная принадлежность территории	Тип засоления (% от общего числа исследуемых образцов почв)		
	Хлоридно-сульфатный	Сульфатный	Сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный
глубина 0-5 см			
Многофункциональные общественные зоны	4,0	60,0	36,0
Жилые функциональные зоны	-	100,0	-
Производственные функциональные зоны	20,0	40,0	40,0
Функциональные зоны ООПТ, природных и озелененных территорий	4,75	90,5	4,75
глубина 5-20 см			
Многофункциональные общественные зоны	6,1	72,8	21,2
Жилые функциональные зоны	6,2	84,4	9,4
Производственные функциональные зоны	20,0	40,0	40,0
Функциональные зоны ООПТ, природных и озелененных территорий	-	82,4	17,6

Таблица 5. Степень засоления почв и земель СВАО г. Москвы

Функциональная принадлежность территории	Степень засоления (% от общего числа исследуемых образцов почв)			
	незасоленные	слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные
глубина 0-5 см				
Многофункциональные общественные зоны	24,2	63,7	9,1	3,0
Жилые функциональные зоны	41,2	52,9	5,9	-
Производственные функциональные зоны	-	80,0	20,0	-
Функциональные зоны ООПТ, природных и озелененных территорий	34,4	53,1	12,5	-
глубина 5-20 см				
Многофункциональные общественные зоны	24,2	63,7	9,1	3,0
Жилые функциональные зоны	31,2	68,8	-	-
Производственные функциональные зоны	20,0	80,0	-	-
Функциональные зоны ООПТ, природных и озелененных территорий	41,2	58,8	-	-

По результатам аналитических исследований были составлены карты-схемы, характеризующие типы и степень засоления городских почв на рассматриваемой территории (рис. 1–2).

Рис. 1. Карта-схема засоления почв Северо-восточного административного округа города Москвы (глубина 0-5 см) (2016 год).

Условные обозначения: тип засоления почв: треугольник – хлоридно-сульфатный, круг – сульфатный, квадрат – сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный; степень засоления: белый – незасоленные почвы, светло-серый – слабозасоленные почвы, темно-серый – среднезасоленные почвы, черный – сильнозасоленные почвы

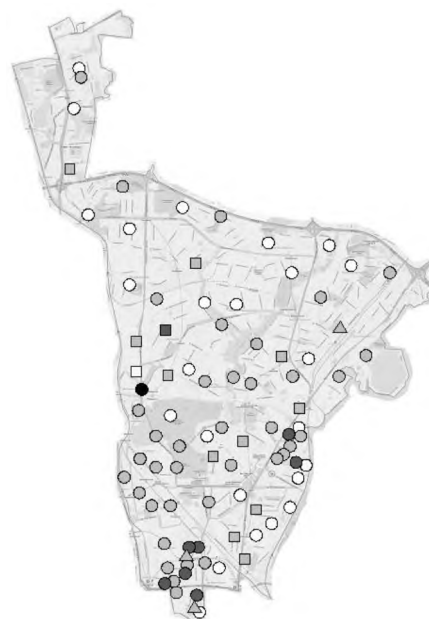
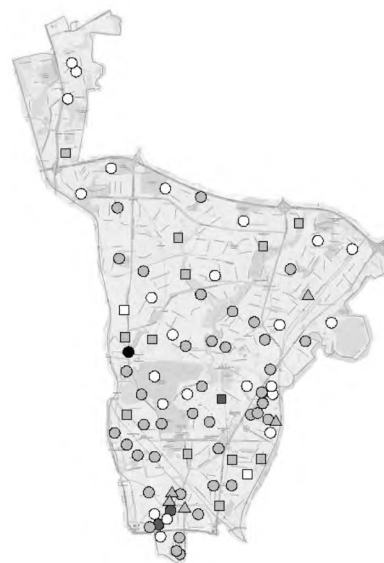


Рис. 2. Карта-схема засоления почв Северо-восточного административного округа города Москвы (глубина 5-20 см) (2016 год).
Условные обозначения: тип засоления почв: треугольник – хлоридно-сульфатный, круг – сульфатный, квадрат – сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный; степень засоления: белый – незасоленные почвы, светло-серый – слабозасоленные почвы, темно-серый – средnezасоленные почвы, черный – сильнозасоленные почвы



Представление материалов исследований в виде карт-схем позволяет более наглядно выделить очаги засоления почв с различной степенью остроты экологических проблем территорий и повысить информационную поддержку принятия решений по управлению комплексной безопасностью на урбани-

зированных территориях [10]. Марьино роща, Бутырский, Марфино, Останкинский, Отрадное, Ростокино, Свиблово, Ярославский районы характеризуются как наиболее засоленные территории округа. Условно благополучными можно считать территории Лианозово, Северного Медведково.

Список литературы

1. Васильев П.А. Экспериментальное исследование засоления и осолонцевания урбаноземов при использовании противогололедных реагентов на примере Северного административного округа г. Москвы // Проблемы и перспективы современного эффективного землепользования: сб. науч. трудов. М.: ГУЗ, 2013. С.141–147.
2. Герасимов А.О., Чугунова М.В. Воздействие противогололедных средств на основе хлоридов магния на высшие растения и почвенные микроорганизмы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 217. С 16–31.
3. Шевченко А.В., Апухтина Н.В., Савич В.И. Техногенное осолонцевание почв Московской области // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2008. Вып. 1. С. 50–57.
4. Методические аспекты оценки фитотоксических свойств противогололедных реагентов / А.В. Сбитнев [и др.] // Гигиена и санитария. 2016. № 95(8). С. 773–778.
5. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы / Е.А. Гладков [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т.18. № 5. С. 157–159.
6. Наместникова О.В., Бузаева М.В. Мониторинг засоления городских почв // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. М.: Академия ГПС

References

1. Vasil'ev P.A. Eksperimental'noe issledovanie zasoleniya i osoloncevaniya urbanozemov pri ispol'zovanii protivogolodnyh reagentov na primere Severnogo administrativnogo okruga g. Moskvy [Experimental study of salinization and salinization of urban soils using deicing reagents on the example of the Northern administrative district of Moscow]. *Problemy i perspektivy sovremennogo ehffektivnogo zemlepol'zovaniya: sb. nauch. trudov*. M.: GUZ, 2013, pp. 141–147.
2. Gerasimov A.O., Chugunova M.V. Vozdejstvie protivogolodnyh sredstv na osnove hloridov magniya na vysshie rasteniya i pochvennye mikroorganizmy [Effects of anti-icing agents based on magnesium chloride on higher plants and soil microorganisms]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2016, issue. 217, pp. 16–31.
3. Shevchenko A.V., Apuhtina N.V., Savich V.I. Tekhnogennoe osoloncevanie pochv Moskovskoj oblasti [Induced alkalization of soils of the Moscow region]. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2008, issue. 1, pp. 50–57.
4. Metodicheskie aspekty ocenki fitotoksicheskikh svojstv protivogolodnyh reagentov [Methodological aspects of evaluating the phytotoxic properties of anti-icing agents / A.V. Sbitnev [et al.]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, issue. 95(8), pp. 773–778.
5. Effect of anti-icing reagents on lawn grass / E.A. Gladkov [et al.]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2016, issue. 18, № 5, pp. 157–159.

МЧС России, 2018. С.317–321.

7. Зайдельман, Ф.Р. Практикум по курсу «Мелиорация почв» / Ф.Р. Зайдельман [и др.]. М.: Издательство Московского университета, 2002. 52 с.

8. Наместникова О.В. Мониторинг загрязнения цинком и кадмием городских почв в системе обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5(75). С. 87–100.

9. Наместникова О.В., Бузаева М.В. Мониторинг загрязнения почв хромом и марганцем в системе обеспечения экологической безопасности крупного города // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 6(76). С. 80–91.

10. Наместникова О.В., Аванесян Н.М. Картографирование результатов эколого-геохимических исследований городских территорий // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 3(67). С. 250–258.

6. Namestnikova O.V., Buzaeva M.V. Monitoring zasoleniya gorodskih pochv [Monitoring of urban soil salinization]. *Istoricheskij opyt, sovremennye problemy i perspektivy obrazovatel'noj i nauchnoj deyatel'nosti v oblasti obespecheniya pozharnoj bezopasnosti: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2018, pp. 317–321.

7. Zajdel'man, F.R. *Praktikum po kursu «Melioraciya pochv»* [Workshop on the course «Soil Reclamation» / F.R. Zaidelman [et al.]. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2002, 52 p.

8. Namestnikova O.V. Monitoring zagryazneniya cinkom i kadmиеm gorodskih pochv v sisteme obespecheniya ehkologicheskoy bezopasnosti urbanizirovannyh territorij [Monitoring of pollution with zinc and cadmium of urban soils in the system of environmental safety of urban areas]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2017, issue. 5(75), pp. 87–100.

9. Namestnikova O.V., Buzaeva M.V. Monitoring zagryazneniya pochv hromom i margancem v sisteme obespecheniya ehkologicheskoy bezopasnosti krupnogo goroda [Monitoring of soil pollution with chromium and manganese in the system of environmental safety of a large city]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2017, issue. 6(76), pp. 80–91.

10. Namestnikova O.V., Avanesyan N.M. Kartografirovanie rezul'tatov ehkologo-geohimicheskikh issledovanij gorodskih territorij [Mapping of the results of ecological and geochemical studies of urban areas]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2016, issue. 3(67), pp. 250–258.

Наместникова Ольга Владимировна

кандидат биологических наук, доцент,
начальник кафедры экологической безопасности в составе учебно-научного комплекса
процессов горения и экологической безопасности
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва,
E-mail: ovnamestnikova@inbox.ru

Namestnikova Ol'ga Vladimirovna

candidate of biological sciences, associate professor, head of environmental safety department
as a part of an educational and scientific complex of processes of burning and ecological safety,
Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow
E-mail: ovnamestnikova@inbox.ru

Бузаева Мария Владимировна

ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет,
Российская Федерация, г. Ульяновск
доктор химических наук, профессор кафедры «Химия, технологии композиционных мате-
риалов и промышленная экология»
E-mail: m.buzaeva@mail.ru

Buzaeva Marija Vladimirovna

Ulyanovsk State Technical University,
Russian Federation, Ulyanovsk
doctor of chemical sciences, professor at the department of chemistry, composite materials
technology and industrial ecology
E-mail: m.buzaeva@mail.ru

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 614.844.6-544.77.023.522

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОЭМУЛЬСИЙ ВОДА – ПАВ – ИНГИБИТОР ГОРЕНИЯ (2-ИОДГЕПТАФТОРПРОПАН) ПРИ СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ОГNETУШАЩИХ СРЕДСТВ

Д. В. БАТОВ¹, О. А. АНТОНОВА¹, Т. А. МОЧАЛОВА², О. Е. СТОРОНКИНА²

¹ФГБУН Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН,
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: bat21dv@yandex.ru, antolga1964@gmail.com, mihailmochalov@mail.ru, oleg1968@mail.ru

В статье сообщаются результаты определения энтальпий образования микроэмульсий вода – додецилсульфат натрия – триэтанолламин – 1-пентанол – 2-иодгептафторпропан типа «масло в воде» различного состава. Данные микроэмульсии, по мнению авторов, могут найти применение при создании комбинированных огнетушащих средств, в которых, с одной стороны, охлаждающее действие воды будет сочетаться с химическим ингибированием горения 2-иодгептафторпропаном, а с другой, – усилению огнетушащего действия, оказываемого водой, может способствовать микрокапельная структура микроэмульсий за счет дробления капель воды при испарении микрокапель 2-иодгептафторпропана вблизи пламени. Определение энтальпий образования микроэмульсий было выполнено с использованием термодинамического цикла, включающего энтальпии растворения исследованных микроэмульсий и их компонентов в 2-пропанол. Установлено, что образование изученных микроэмульсий сопровождается незначительным эндотермическим эффектом. Следовательно, термодинамическая стабильность полученных микроэмульсий при стандартных условиях определяется энтропийным вкладом в энергию Гиббса их образования. Наблюдается также тенденция к увеличению эндотермического эффекта образования изученных микроэмульсий с ростом содержания в них 2-иодгептафторпропана.

Ключевые слова: комбинированное огнетушащее средство; микроэмульсия, вода; додецилсульфат натрия; триэтанолламин; 1-пентанол, 2-иодгептафторпропан; энтальпия образования.

THE STUDY THERMOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MICROEMULSION WATER – SURFACTANT – FLAME RETARDANT (2-IDEPTIFICATION) UNDER STANDARD CONDITIONS WITH THE PURPOSE OF CREATING COMBINED FIRE EXTINGUISHING

D. V. BATOV¹, O. A. ANTONOVA¹, T. A. MOCHALOVA², O. E. STORONKINA²

¹G. A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the RAS,
Ivanovo State University of Chemistry and Technology

²Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

E-mail: bat21dv@yandex.ru, antolga1964@gmail.com, mihailmochalov@mail.ru, oleg1968@mail.ru

The article reports the results of the determination of the enthalpies of formation of microemulsions water - sodium dodecyl sulfate - triethanolamine - 1-pentanol - 2-iodoheptafluoropropane of the type oil-in-water of different composition. According to the authors, these microemulsions can be used to create com-

combined fire extinguishing agents, in which, on the one hand, the cooling effect of water will be combined with chemical inhibition of combustion of 2-iodoheptafluoropropane, and, on the other hand, it can enhance the extinguishing effect of water. microdrop structure of microemulsions due to crushing of water droplets during evaporation of 2-iodoheptafluoropropane microdroplets near the flame. The determination of the enthalpies of formation of microemulsions was performed using a thermochemical cycle, including the enthalpies of dissolution of the studied microemulsions and their components in 2-propanol. It is established that the formation of the studied microemulsions is accompanied by a slight endothermic effect. Consequently, the thermodynamic stability of the microemulsions obtained under standard conditions is determined by the entropy contribution to the Gibbs energy of their formation. There is also a tendency to an increase in the endothermic effect of the formation of the studied microemulsions with an increase in the content of 2-iodoheptafluoropropane in them.

Key words: combined fire extinguishing agent, microemulsion, water, sodium dodecyl sulfate, triethanolamine, 1-pentanol, 2-iodoheptafluoropropane, formation enthalpy.

Введение

Разработка огнегасящих составов комбинированного действия – наиболее перспективный путь решения проблемы создания высокоэффективных средств пожаротушения. В этой связи перспективно совместное использование в одном составе воды и химически активных ингибиторов горения (галогенуглеводородов), соединенных в микроэмульсии. Настоящая работа продолжает исследования микроэмульсий, содержащих воду, ПАВ и ингибиторы горения, которые могут найти применение при создании комбинированных огнетушащих средств. Ранее нами были исследованы негорючие микроэмульсии различного состава, содержащие воду (H_2O), додецилсульфат натрия (NaDDS), 1-пентанол (PeOH) и триэтаноламин (TEA) в качестве ПАВ и ко-ПАВ, а также 1,2-дибромтетрафторэтан (BFE) в качестве масляной фазы [1]. Однако в настоящее время BFE ограниченно используется при тушении пожаров вследствие значительного озоноразрушающего потенциала. Поэтому целесообразно использование экологически безопасных галогенуглеводородов, например, гептафторйодпропана, который не имеет озоноразрушающего потенциала. Гептафторйодпропан является аналогом тетрафтордибромэтана при тушении пожаров [3]. В связи с этим нами были получены микроэмульсии вода – додецилсульфат натрия (SDS) – триэтаноламин (TEA) – 1-пентанол (PeA) – 2-йодгептафторпропан (IFP) типа «масло в воде» различного состава, исследована их структура методом динамического рассеяния света [2] и определена огнетушащая эффективность [2].

Микроэмульсии являются термодинамически стабильными системами и поэтому могут храниться в стационарных установках пожаротушения длительное время без потери свойств. Главным отличием микроэмульсий от эмульсий является их самопроизвольное об-

разование при определенном соотношении компонентов и определенных внешних условий, что обеспечит их получение без использования сложного специального оборудования. Целью настоящей работы явилось выяснение, чем определяется термодинамическая стабильность полученных микроэмульсий: энтропийным фактором (что является общепринятым утверждением) или энтальпийным вкладом, связанным с усилением межмолекулярного взаимодействия в микроэмульсиях.

Экспериментальная часть

В работе использовали SDS фирмы «Amresco», квалификации «Biotechnology Grade» (содержание основного вещества в препарате более 98 %), PeA и TEA квалификации «х.ч.», 2-пропанол (PrA) квалификации «осч» без дополнительной очистки. Содержание воды в PeA и TEA, определенное титрованием реактивом Фишера, составило, соответственно, 1.3 и 2.7 мас. % и учитывалось при добавлении воды для приготовления смесей. Содержание воды в PrA не превышало 0.09 мас. %. Микроэмульсии готовили весовым методом. В табл. 1 представлены составы исследованных микроэмульсий в массовых и мольных процентах.

Изменение энтальпии при растворении чистых веществ и микроэмульсий в PrA измеряли на калориметре переменной температуры с изотермической оболочкой и компьютерной регистрацией и обработкой данных [5]. Жидкие и кристаллические вещества помещали в стеклянные ампулы. Растворение осуществлялось в титановом реакционном сосуде объемом 30 см^3 . Точность поддержания температуры в изотермической оболочке была не ниже 0.001 градуса. Калориметр обеспечивает измерение тепловых эффектов 0.2 – 1.0 Дж с погрешностью не выше 1%, больше 1 Дж – с погрешностью не выше 0.6 %.

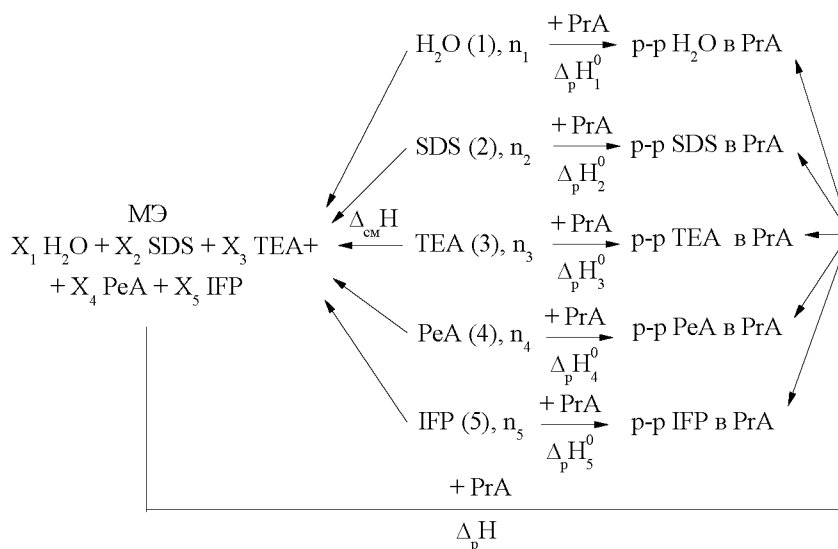
Таблица 1. Состав (мол. %) микроэмульсий вода – додецилсульфат натрия - триэтаноламин – 1-пентанол – 2-иодгептафторпропан и смесей вода – додецилсульфат натрия - триэтаноламин – 1-пентанол

Система	Состав	SDS	H ₂ O	TEA	PeA	IFP
МЭ-1	мас. %	8.391	77.607	6.911	5.870	1.221
	мол. %	0.653	96.719	1.040	1.495	0.093
МЭ-2	мас. %	8.354	75.228	7.132	5.888	3.399
	мол. %	0.669	96.420	1.104	1.542	0.265
МЭ-3	мас. %	8.420	72.896	6.766	5.897	6.021
	мол. %	0.694	96.155	1.078	1.590	0.483
МЭ-4	мас. %	8.430	68.890	7.033	5.794	9.853
	мол. %	0.731	95.614	1.179	1.643	0.833

Результаты и обсуждение

Экспериментальное определение энтальпии образования микроэмульсий, как энтальпии смешения пяти компонентов, находящихся в различных агрегатных состояниях, представляет чрезвычайно сложную техническую задачу. Поэтому для определения энтальпии образования изучаемых микро-

эмульсий был использован изображенный ниже термохимический цикл, включающий процессы растворения микроэмульсий и их компонентов в 2-пропаноле [6]. 2-пропанол был использован по двум причинам: во-первых, все компоненты микроэмульсий в нем хорошо растворимы; во-вторых, SDS в его растворе не образует мицелл [7].



Учитывая, что энтальпия смешения бесконечно разбавленных растворов веществ в одном растворителе равна нулю, для расчета энтальпии образования микроэмульсий, согласно приведенному термохимическому циклу, следует использовать уравнение (1).

$$\Delta_{\text{см}}H = X_1 \Delta_{\text{р}}H_1^0 + X_2 \Delta_{\text{р}}H_2^0 + X_3 \Delta_{\text{р}}H_3^0 + X_4 \Delta_{\text{р}}H_4^0 + X_5 \Delta_{\text{р}}H_5^0 - \Delta_{\text{р}}H \quad (1)$$

В формуле (1) X – мольная доля компонента в микроэмульсии, $\Delta_{\text{р}}H$ и $\Delta_{\text{р}}H_i^0$ – соот-

ветственно, интегральная и стандартная энтальпии растворения веществ в PrA. Величины с цифровыми подстрочными индексами относятся к компонентам, без них – к МЭ.

Необходимые для расчетов экспериментальные данные представлены в табл. 2 и 3.

За стандартные энтальпии растворения веществ принимали средние значения величин $\Delta_{\text{р}}H^m$, так как их концентрационная зависимость в пределах погрешности опыта отсутствовала.

Таблица 2. Интегральные ($\Delta_r H^m$) и стандартные ($\Delta_r H^0$) энтальпии растворения компонентов микроэмульсий в 2-пропанол при 298.15 К

Вещество	m_f , моль/кг	$\Delta_r H^m$, кДж/моль	$\Delta_r H^0$, кДж/моль
IFP	0.0396	-12.33	-12.16±0.11
	0.0657	-12.03	
	0.0712	-12.11	
TEA			0.24±0.04
SDS			16.73±0.32
PeA			0.29±0.01
H ₂ O			1.60

Примечание. m_f – концентрация вещества в 2-пропанольном растворе. $\Delta_r H^0$ SDS и PeA заимствованы из работы [8], TEA – из работы [9], H₂O – из работы [10]. Здесь и в табл. 3 после знака ± приведено среднее отклонение.

Таблица 3. Энтальпии (кДж/моль) растворения в 2-пропанол и образования микроэмульсий при 298.15 К

МЭ	Концентрации компонентов МЭ (m_f , моль/кг) после растворения в PrA					$\Delta_r H^m$	$\Delta_r H$	$\Delta_{cm} H$
	SDS	H ₂ O	ТЭА	PeA	IFP			
МЭ-1	0.0063	0.9384	0.0101	0.0145	0.0009	1.62	1.60±0.02	0.05
	0.0032	0.4770	0.0051	0.0074	0.0005	1.62		
	0.0052	0.7725	0.0083	0.0119	0.0007	1.57		
МЭ-2	0.0060	0.8736	0.0097	0.0137	0.0024	1.52	1.53±0.01	0.10
	0.0067	0.9724	0.0108	0.0152	0.0027	1.53		
	0.0079	1.0896	0.0122	0.0180	0.0055	1.43		
МЭ-3	0.0077	1.0619	0.0119	0.0176	0.0053	1.50	1.50±0.05	0.10
	0.0063	0.8663	0.0097	0.0143	0.0044	1.57		
	0.0034	0.4469	0.0055	0.0077	0.0039	1.42		
МЭ-4	0.0046	0.6026	0.0074	0.0104	0.0052	1.43	1.43±0.01	0.13

В последнем столбце табл. 3 представлены рассчитанные по формуле (1) энтальпии образования пятикомпонентных микроэмульсий H₂O – SDS – PeA – TEA – IFP.

Из таблицы видно, что образование изученных микроэмульсий сопровождается незначительным эндотермическим эффектом. Следовательно, термодинамическая стабильность полученных микроэмульсий при стандартных условиях определяется энтропийным вкладом в энергию Гиббса их образования.

Можно отметить также тенденцию увеличения $\Delta_{cm} H$ с ростом содержания в МЭ гало-

генуглеводорода. Ранее нами было показано, что в этом же направлении увеличивается размер агрегатов дисперсной фазы [2].

Термодинамическая стабильность исследованных микроэмульсий определяется энтропийным фактором и, следовательно, с увеличением температуры она будет возрастать. Для получения микроэмульсий, стабильных при температурах ниже стандартной, необходимо осуществлять поиск нового состава.

Список литературы

1. Батов Д.В., Карцев В.Н., Штыков С.Н. Теплоемкость, электропроводность и структурные изменения микроэмульсий вода – додецилсульфат натрия - триэтаноламин – 1-пентанол - 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан // Журн. структ. химии. 2015. № 2. С. 282–287.
2. Батов Д.В., Мочалова Т.А. Концентрационная зависимость размера микроагрегатов в микроэмульсиях вода - додецилсульфат натрия - 1-пентанол - триэтаноламин - 2-иодгептафторпропан и вода - додецилсульфат натрия - 1-пентанол –

References

1. Batov D.V., Karcev V.N., Shtykov S.N. Teploemkost', ehlektroprovodnost' i strukturnye izmeneniya mikroehmul'sij voda – dodecilsul'fat natriya - triethanolamin – 1-pentanol - 1,1,2,2-tetrafordibromehtan [Heat capacity, conductivity and structural changes of microemulsion water – sodium dodecyl sulfate - triethanolamine – 1-pentanol - 1,1,2,2-tetrafluoromethane]. *ZHurn. strukt. himii*, 2015, issue. 2, pp. 282–287.
2. Batov D.V., Mochalova T.A. Koncentracionnaya zavisimost' razmera mikroagregatov v mikroehmul'siyah voda - dodecilsul'fat natriya - 1-

триэтанолламин - 1,2-дибромтетрафторэтан типа масло в воде при 298.15 К // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25., № 7. С. 71–76.

3. Батов Д.В., Мочалова Т.А., Сторонкина О.Е. Исследование огнетушащей эффективности прямых микроэмульсий, содержащих ингибиторы горения 1,2-дибромтетрафторэтан и 2-иодгептафторпропан // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). 2017. № 4 (25). С. 64–69.

4. Копылов С.Н., Кольцов С.Л., Игумнов С.М. Гептафторидпропан как замена хладона 114В2 в пожаротушении и взрывопреупреждении // Пожарная безопасность. 2005. № 2. С. 51–55.

5. Калориметрическая установка для измерения тепловых эффектов процессов в растворах / А.В. Кустов [и др.] // Журн. физич. химии. 2006. Т. 80., № 9. С. 1724–1728.

6. Кустов А.В., Батов Д.В., Усачева Т.Р. Калориметрия растворов неэлектролитов: теоретические основы, эксперимент, анализ данных. М.: Крассанд, 2016. 288 с.

7. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. 3-е изд., перераб и доп. М.: Высшая школа, 2004.

8. Батов Д.В. Энтальпии образования микроэмульсий вода – n-октан – 1-пентанол – додецилсульфат натрия при 298.15 К // Коллоидная химия. 2004. Т. 66., № 1. С. 123–125.

9. Батов Д.В. Энтальпии образования смесей вода + додецилсульфат натрия + 1-пентанол + триэтанолламин // Журн. физич. химии. 2015. Т. 89., № 5. С. 329–331.

10. Белоусов В.П., Панов М.Ю. Термодинамика водных растворов неэлектролитов. Л.: Химия, 1983.

pentanol - triethanolamin - 2-iodheptafluoropropan i voda - dodecilsul'fat natriya - 1-pentanol - triethanolamin - 1,2-dibromtetrafluorehtan tipa maslo v vode pri 298.15 K [Concentration dependence of the size of microaggregates in microemulsion water - sodium dodecyl sulfate - 1-panthenol - triethanolamine - 2-iodification and water - sodium dodecyl sulfate - 1-pentanol - triethanolamine - 1,2-dibromotetrafluoroethane type oil in water at 298.15 K]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2016, issue. 25, № 7, pp. 71–76.

3. Batov D.V., Mochalova T.A., Storonkina O.E. Issledovanie ognetchashchej ehffektivnosti pryamyh mikroemul'sij, sodержashchih ingibitory goreniya 1,2-dibromtetrafluorehtan i 2-iodheptafluoropropan [A study of the fire-extinguishing effectiveness of direct microemulsion containing flame-retardants, 1,2-dibromotetrafluoroethane and 2-iodification]. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii (Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity)*, 2017, issue. 4 (25), pp. 64–69.

4. Kopylov S.N., Kol'cov S.L., Igumnov S.M. Geptafluoridpropan kak zamena hladona 114В2 v požarotushenii i vzryvopreduprezhdenii [Heptafluoropropane substitution of chladone 114В2 in firefighting and vzryvopodavlenija]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2005, issue. 2, pp. 51–55.

5. Kалorimетрическая установка для измерения тепловых эффектов процессов в растворах [Calorimetric unit for measuring the thermal effects of processes in solutions] / А.В. Кустов [et al.]. *ZHurn. fizich. himii*, 2006, issue. 80., № 9, pp. 1724–1728.

6. Kustov A.V., Batov D.V., Usacheva T.R. *Kalorimetriya rastvorov neehlektrolitov: teoreticheskie osnovy, ehksperiment, analiz dannyh* [Calorimetry of solutions of non-electrolytes: theory, experiment, data analysis]. М.: Krasand, 2016, 288 p.

7. Shchukin E.D., Percov A.V., Amelina E.A. *Kolloidnaya himiya* [Colloid chemistry]. 3-e izd., pererab i dop. М.: Vysshaya shkola, 2004.

8. Batov D.V. EHntal'pii obrazovaniya mikroemul'sij voda – n-oktan – 1-pentanol – dodecilsul'fat natriya pri 298.15 K [Enthalpy of formation of microemulsions water-n-octane-1-pentanol-sodium dodecyl sulfate at 298.15 K]. *Kolloidnaya himiya*, 2004, issue. 66, № 1, pp. 123–125.

9. Batov D.V. EHntal'pii obrazovaniya smesej voda + dodecilsul'fat natriya + 1-pentanol + triethanolamin [Enthalpy of formation of mixtures of water + sodium dodecyl sulfate + 1-panthenol + triethanolamine]. *ZHurn. fizich. himii*, 2015, issue. 89, № 5, pp. 329–331.

10. Belousov V.P., Panov M.Yu. *Termodinamika vodnyh rastvorov neehlektrolitov* [Thermodynamics of aqueous solutions of nonelectrolytes]. Л.: Himiya, 1983.

Батов Дмитрий Вячеславович

ФГБУН Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН,
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново

доктор химических наук, ведущий научный сотрудник

E-mail: bat21dv@yandex.ru

Batov Dmitrij Vjacheslavovich

Ivanovo State University of Chemical Technology,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher

FGBUN Institute of Chemistry solutions to them. G.A. Krestova, Russian Academy of Sciences
E-mail: bat21dv@yandex.ru

Антонова Ольга Алексеевна

ФГБУН Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН,
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат химических наук, старший научный сотрудник
E-mail: antolga1964@gmail.com

Antonova Ol'ga Alekseevna

FGBUN Institute of Chemistry solutions to them. G.A. Krestova, Russian Academy of Sciences,
Ivanovo State University of Chemical Technology,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher
E-mail: antolga1964@gmail.com

Мочалова Татьяна Александровна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат биологических наук, заместитель начальника кафедры
E-mail: mihailmochalov@mail.ru

Mochalova Tat'jana Aleksandrovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of Biological Sciences, Deputy Head of Department
E-mail: mihailmochalov@mail.ru

Сторонкина Ольга Евгеньевна

кандидат химических наук, старший преподаватель,
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
Российская Федерация, г. Иваново,
E-mail: oleg1968@mail.ru

Storonkina Ol'ga Evgen'evna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer
E-mail: oleg1968@mail.ru

УДК 614.84

УПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНЫМИ РЕЖИМАМИ СУШКИ И ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕВАТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д. А. БРИТИКОВ¹, С. А. ШЕВЦОВ², Д. В. КАРГАШИЛОВ², Д. В. РУССКИХ², О. И. СТОЛЯРЧУК²

¹Управление общепромышленного надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору,

Российская Федерация, г. Москва

²Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО

Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,

Российская Федерация г. Воронеж

E-mail: britikov@gosnadzor.ru, shevtsov_sa@vigps.ru

В статье обсуждаются актуальные вопросы обеспечения промышленной и пожарной безопасности зерносушильной техники в условиях высоких показателей урожайности зерна в России. Приводятся основные причины пожаров в зерносушилках, а также рассматриваются последние пожары, произошедшие на действующих предприятиях. Для снижения пожарной опасности на элеваторах предлагается управление взрывобезопасными режимами сушки и хранения зерна с применением теплонасосной установки, обеспечивающей подготовку теплоносителей разного температурного потенциала. Предлагаемый алгоритм управления технологическими параметрами позволит существенно снизить вероятность возникновения пожаров, связанных с нарушением температурных и влажностных характеристик, и обеспечить стабилизацию температуры и влажности зерна при сушке и хранении в широком диапазоне случайных факторов. Отражены вопросы экологической безопасности и энергоэффективности предлагаемой технологии сушки зерна в шахтных рециркуляционных зерносушилках и его хранения в зернохранилищах силосного типа.

Ключевые слова: взрывопожароопасность; зернохранилище; элеватор; промышленная безопасность; пожарная безопасность; пожар; сушка зерна; хранение зерна; самосогревание зерна; теплонасосная установка; энергосбережение; стабилизация технологических параметров.

MANAGEMENT OF THE FIREPROOF MODES OF DRYING AND STORAGE GRAINS AT THE ENTERPRISES OF THE ELEVATOR INDUSTRY

D. A. BRITIKOV¹, S. A. SHEVTSOV², D. V. KARGASHILOV², D. V. RUSSKIH², O. I. STOLYARCHUK²

¹Management of common industrial supervision of Federal service on ecological, technological and atomic supervision,

Russian Federation, Moscow

²The Voronezh institute – branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education

«Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Voronezh

E-mail: britikov@gosnadzor.ru, shevtsov_sa@vigps.ru

In article topical issues of ensuring industrial and fire safety of the zernosushilny equipment in the conditions of high rates of productivity of grain in Russia are discussed. The main reasons for the fires are given in grain dryers and also the last fires which occurred at the operating enterprises are considered. For decrease in fire hazard on elevators management of the fireproof modes of drying and storage of grain with application of the heat alluvial installation providing preparation of heat carriers of different temperature potential is offered. The The offered control algorithm of process parameters will allow to reduce significantly the probability of emergence of the fires connected with violation of temperature and moist characteristics and to provide stabilization of temperature and humidity of grain during the drying and storage in the wide range of random factors. Questions of environmental safety and energy efficiency of the offered technology of drying of grain are reflected in mine recirculation grain dryers and its storages in granaries of silage type.

Key words: fire danger; granary; elevator; industrial safety; fire safety; fire; grain drying; grain storage; grain self-warming; heatpump installation; energy saving; stabilization of process parameters.

В последние годы урожай зерна в России стремительно возрастает и возвращает свои позиции к лучшим показателям, достигнутым в советское время. Российское зерно играет все большую роль в обеспечении мировой продовольственной безопасности Российской Федерации. Его продажи на международном рынке постоянно растут на фоне полной обеспеченности внутреннего рынка и возможности создания зерновых запасов [1].

Элеваторная промышленность играет главенствующую роль как в обеспечении сохранности зерна для текущих внутренних нужд и экспорта, так и в создании государственных резервов зерновых запасов. Хранилища государственного резерва есть почти во всех регионах страны [2].

Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» элеваторы отнесены к опасным производственным объектам, и подлежат государственному контролю и надзору за соблюдением на них условий безопасности. Недооценка рисков потенциальной опасности аварий на эксплуатируемых опасных производственных объектах элеваторно-складского хозяйства может оказать негативное воздействие на обеспечение жизненно важных интересов личности и общества, игнорирование установленных требований промышленной и пожарной безопасности является, в ряде случаев, непосредственной причиной взрывов и пожаров, гибели людей [3].

В этих условиях, задача организации безопасной работы элеватора является еще более актуальной [4]. Известно, что наиболее взрывопожароопасными процессами на элеваторах является сушка зерна и его хранение.

Требования безопасности при эксплуатации зерносушильных установок регламентированы Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья», утвержденными приказом Ростехнадзора от 21 ноября 2013 г. № 560, зарегистрированным в Минюсте России 16 декабря 2013 г., рег. № 30606 [5].

Наиболее частыми причинами пожаров в зерносушилках являются: неправильное обустройство, нарушение режима работы и отсутствие наблюдения за огневыми топками, наличие различных источников зажигания, а также, нарушение температурного режима сушки [6].

При этом характер указанных причин свидетельствует о нарушениях в обеспечении промышленной безопасности и недоработках в организации и функционировании технических служб (в том числе в части планово-предупредительного ремонта) и служб произ-

водственного контроля предприятий, что крайне важно, поскольку практически каждое событие пожара на объекте хранения и переработки растительного сырья имеет угрозу перерастания в крупномасштабную аварию.

Регламентированная температура теплоносителя может быстро измениться в большую сторону в несколько раз при отсутствии должного контроля с помощью измерительных приборов или, например, остановки вытяжного вентилятора или недостаточного количества продукта в сушильной камере и других причин [6, 7].

Пожарная опасность хранения зерна в силосах заключается в том, что семена являются живым организмом и при избытке в них влаги и (или) недостаточной их аэрации начинается окисление жирных кислот и активных химических соединений. Это сопровождается интенсивным выделением тепла, и температура зерна начинает резко повышаться, возникает, так называемый, процесс самосогревания, что при отсутствии должного контроля приводит к неминуемому возгоранию и возможным последующим взрывам [6, 8].

Некоторые события, связанные с возгоранием зерносушильной техники, освещались в региональных средствах массовой информации, к примеру:

По информации [9] 09.10.2014 г. в 2:00 возник пожар на зерносушилке в Панинском районе Воронежской области (рис. 1). На его тушение прибыли пять пожарных машин: из ПЧ-49, Криуши, Перелешино и Анны. Однако добраться до огня было нелегко. Семечки подсолнечника горели на высоте от 30 до 35 метров. Только к 10 утра большой огонь удалось сбить. Известно, что зерносушилка была практически новая. Обошлось без пострадавших.



Рис. 1. Пожар на зерносушилке в Панинском районе Воронежской области, 09.10.2014 г.

По информации [10] в ночь на 4 октября 2016 года возник крупный пожар на Латненском элеваторе Семилукского района Воронежской области. В сушилке загорелись семена подсолнечника. Потушить огонь нужно было

быстро – иначе он мог перекинуться на зернохранилища, находившиеся в непосредственной близости. Для борьбы с пламенем привлекли 9 единиц специальной техники, а для подвоза воды использовали пожарный поезд. Сложность тушения пожара состояла в том, что сушилка имеет большие размеры (высота около 20 метров). Устанавливался коленчатый подъёмник, с него подавался лафетный ствол для охлаждения и тушения внутри данной сушилки (рис. 2). Ликвидировать возгорание удалось лишь через 3 часа. Обошлось без пострадавших.



Рис. 2. Тушение пожара на Латненском элеваторе Семилукского района Воронежской области, 4.10.2016 г.

По информации [11] в 12:54 27.01.2018 г. в ОДС ЦУКС по Липецкой области поступило сообщение о загорании зерносушилки по адресу: Становлянский район, ст. Бабарькино, ул. Заводская, д.14, ОАО «АгроТерра-Элеватор» (рис. 3). К месту пожара выехали: 1 отделение ОП 29 ПСЧ, 1 отделение ОПСП-14, 1 отделение 29 ПСЧ, ДПД (2 чел.). В результате загорания огнем повреждена зерносушилка по всей площади. Пострадавших нет.



Рис. 3. Пожар на зерносушилке ОАО «АгроТерра-Элеватор» в Становлянском районе Липецкой области, 27.01.2018 г.

Необходим концептуальный подход к организации пожароопасных процессов с применением инновационных технологий, направленных не только на экологичность и экономичность производства, обеспечение высокого качества сушеного зерна и его сохранности на высоком технологическом уровне [12-14], но и на обеспечение взрывопожаробезопасности, являющееся важным аспектом обеспечения деятельности как зерносушильной техники, так и всего предприятия в целом.

В соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ автоматизация и механизация процессов сушки и хранения зерна будет являться одним из способов исключения условий образования горючей среды на элеваторах [15].

В связи с этим предлагается энерго-сберегающее и экологически безопасное управление процессами сушки и хранения зерна на элеваторах с применением теплового насоса для подготовки теплоносителей разного температурного потенциала (рис. 4). Предлагаемая технология реализуется следующим образом [16, 17].

Исходный продукт поэтапно сначала подается в теплообменник, где оно нагревается за счет теплоты отработанного теплоносителя, затем – в камеру влаготеплообмена шахтной сушилки, в которой за счет перемешивания потоков исходного влажного и возвратного высушенного продуктов происходит рекомбинация влаги и теплоты между сухими и влажными частицами зерна путем контактного влаготеплопереноса, а также выравнивание влажности и температуры по всей массе смеси влажного с возвращаемым сухим продуктами.

После камеры тепловлагообмена продукт разделяется на два потока, которые направляются в камеру сушки и продуваются теплоносителем, – осуществляется процесс сушки, и влажность продукта снижается. По первому потоку высушенный продукт охлаждается свежим воздухом в камере охлаждения шахтной сушилки и с помощью нории 13 подается на хранение в силосные корпуса. По второму потоку с помощью нории 12 высушенный продукт снова смешивается с влажным продуктом и опять направляется в камеру влаготеплообмена. Отработанный теплоноситель после подогрева влажного продукта в камере предварительного нагрева направляется в циклон для очистки от образовавшихся в нем различных твердых примесей, которые затем удаляются из циклона по линии отвода 35.

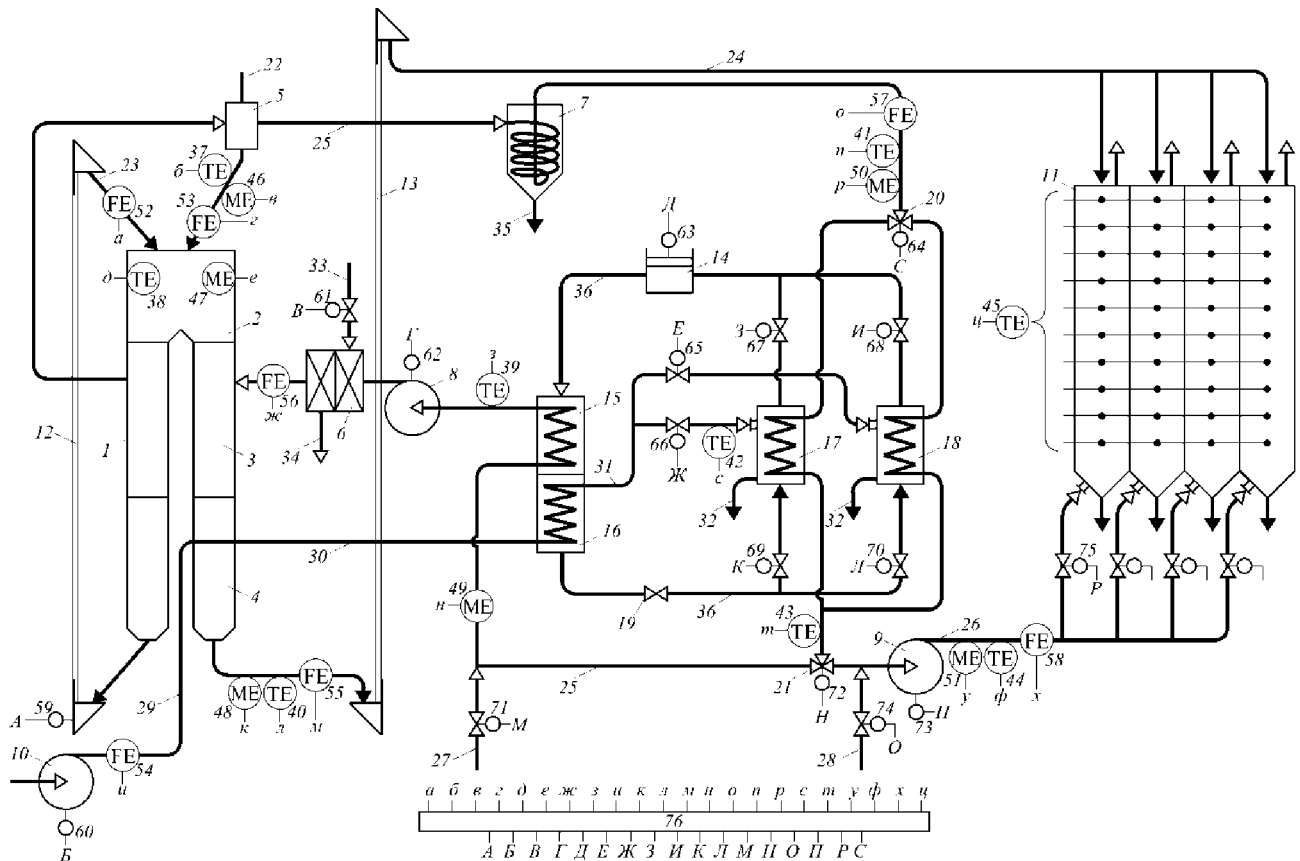


Рис. 4. Схема автоматического управления процессами сушки и хранения зерна на элеваторах: 1 – шахтная рециркуляционная сушилка зерна; 2 – камера влаготеплообмена; 3 – камера сушки; 4 – камера охлаждения; 5 – камера предварительного нагрева; 6 – калорифер; 7 – циклон; 8-10 – вентилятор; 11 – силосные корпуса; 12, 13 – нория; 14 – компрессор теплового насоса; 15, 16 – секции двухсекционного конденсатора теплового насоса; 17, 18 – секции двухсекционного испарителя теплового насоса; 19 – терморегулирующий вентиль теплового насоса; 20, 21 – распределитель потока теплоносителя; технологические линии: 22 – подача влажного продукта, 23 – рециркуляция продукта в камеру влаготеплообмена, 24 – отвод высушенного продукта на хранение, 25 – рециркуляция теплоносителя, 26 – подача теплоносителя на вентилирование продукта в силосы, 27, 28 – подпитка теплоносителя свежим воздухом, 29 – подача свежего воздуха в камеру охлаждения продукта, 30 – отвод отработанного теплоносителя из камеры охлаждения в двухсекционный конденсатор, 31 – подача теплоносителя из двухсекционного конденсатора в испаритель теплового насоса, 32 – отвод конденсата из секций испарителя теплового насоса, 33 – подача горячего пара, 34 – отвод сконденсировавшегося пара из калорифера, 35 – отвод примесей из циклона, 36 – рециркуляция холодильного агента в тепловом насосе; датчики: 34-45 – температура; 46-48 – влажность; 49-51 – влагосодержание; 52-58 – расход; 59-75 – исполнительные механизмы; 76 – процессор (а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л, м, н, о, п, р, с, т, у, ф, х, ц – входные каналы управления; А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С – выходные каналы управления)

Очищенный теплоноситель при помощи распределителя потока 20 направляется на охлаждение и осушение в одну из секций испарителя теплового насоса, которая работает в режиме конденсации. Охлажденный и осушенный теплоноситель уже с помощью распределителя 21 разделяется на два потока: первый подается на вентилирование продукта в силосные корпуса, а второй – на сушку влажного продукта по рециркуляционной линии 25. Для каждого потока предусматривается под-

питка теплоносителя свежим воздухом по линиям 27 и 28 соответственно. Перед подачей смешанного теплоносителя со свежим воздухом на сушку в шахтную сушилку он подогревается сначала в первой секции конденсатора теплового насоса счет теплоты, выделяемой при конденсации холодильного агента, а потом подогревается в калорифере.

С помощью вентилятора 10 свежий воздух сначала подается в камеру охлаждения продукта шахтной сушилки, а потом отра-

ботанный воздух после охлаждения продукта подается во вторую секцию конденсатора теплового насоса и далее направляется на размораживание секции испарителя теплового насоса, которая находится в состоянии регенерации.

Конденсация влаги, которая содержится в теплоносителе, сопровождается образованием ее замерзшего слоя на охлаждающей поверхности испарителя. Этот процесс снижает эффективность теплопередачи от холодильного агента к теплоносителю через стенку охлаждающей поверхности и имеет накопительный эффект ввиду постепенного увеличения толщины замерзшего слоя влаги, а следовательно, интенсивность осушения теплоносителя ухудшается.

Процессором в режиме реального времени обрабатывается информация, подаваемая с датчиков 41-43 и 57, и вычисляется настоящее значение коэффициента теплопередачи, после чего вырабатывается сигнал, корректирующий значение коэффициента теплопередачи до заданного интервала значений. Это достигается изменением соотношения расходов «теплоноситель – холодильный агент» – исполнительным механизмом регулируется мощность привода компрессора теплового насоса, в результате изменения расхода холодильного агента в рециркуляционной линии 36.

При снижении интенсивности процесса теплопередачи от холодильного агента теплоносителю процессором увеличивается расход холодильного агента терморегулирующим вентилем теплового насоса. Если увеличение расхода холодильного агента, а следовательно, холодопроизводительности теплового насоса, не позволяет вывести настоящее значение коэффициента теплопередачи на допустимый диапазон значений, то процессором с помощью исполнительных механизмов 66, 67 и 69 отключается секция испарителя, работающая в режиме конденсации, из линии циркуляции холодильного агента и переключается на работу в режиме регенерации. В то же время с помощью исполнительных механизмов 65, 68, 70 секция испарителя, которая до этого работала в режиме регенерации, переключается в рабочий режим конденсации. Работа исполнительных механизмов 65-70 управляется через процессор синхронно. В это же время исполнительный механизм 64 воздействует на распределитель потока 20. В результате поток теплоносителя, который подавался на осушение в одну из секций испарителя теплового насоса направляется в другую секцию, работающую в режиме конденсации в настоящий момент. В качестве хладагента теплонасосной установки предла-

гается использовать, например, инертный негорючий, повышенной взрывобезопасности хладагент – фреон 12B1 с температурой кипения 4 °С и критической температурой 154 °С.

После охлаждения и осушения в секции испарителя теплового насоса, работающей в режиме конденсации, теплоноситель с помощью исполнительного механизма распределителя потока 21 разделяется на два потока. Один поток подается на активное вентилирование продукта в силосные корпуса. Второй поток подается на сушку продукта в шахтную сушилку. При этом каждый поток подпутывается свежим воздухом по линиям 28, 27. Процессором непрерывно мониторится температура в различных пластах в объеме продукта по всей высоте силосных корпусов при значительном количестве точек измерения с помощью датчиков 45.

Если изменится настоящая температура продукта в любом объеме измерения зерна, хранящегося в силосных корпусах, от предельного значения в большую сторону, то охлажденный и осушенный теплоноситель с помощью вентилятора подается после секции испарителя теплового насоса, работающего в режиме конденсации, в силосные корпуса. Происходит активное вентилирование продукта и его охлаждение. При этом расход смеси осушенного теплоносителя и свежего воздуха устанавливается процессором и контролируется датчиком 58 в зависимости от количества продукта в силосных корпусах.

При одной и той же температуре смесь сушильного агента и свежего воздуха может обладать различной относительной влажностью, отклонение которой в любую сторону из допустимого диапазона значений может привести к порче и ухудшению качества хранимого продукта. По этой причине по температуре продукта, хранимого в силосных корпусах, процессором устанавливается относительная влажность смеси варьированием расходов теплоносителя и свежего воздуха исполнительными механизмами 72, 74.

Как только температура продукта снижается ниже заданного значения, то прекращается активное вентилирование зерновой массы и весь поток теплоносителя с помощью распределителя подается на рециркуляцию по линии 25, где процессором осуществляется постоянный контроль за постоянно меняющимся влагосодержанием смеси осушенного теплоносителя и свежего воздуха, значение которого очень важно для эффективности процесса сушки. Поэтому процессором устанавливается соотношение расходов сухого рециркулируемого и влажного продуктов, изменяя расход рециркулируемого продукта, регулируя

скорость движения нории 12 с помощью исполнительного механизма 59. Так, при уменьшении влагосодержания теплоносителя, подаваемого в шахтную сушилку, производительность процесса сушки увеличивается за счет снижения расхода рециркулируемого продукта.

При изменении настоящего значения влажности высушенного зерна от требуемого, связанного с различными технологическими отклонениями (например, изменения исходной влажности зерна, подаваемого на сушку), процессором осуществляется корректировка режима сушки. Исполнительные механизмы 62, 61 изменяют расход теплоносителя на входе в камеру сушки и его температуру, воздействуя на расход пара в калорифере по линии 33.

Таким образом, технология позволяет:

– повысить энергоэффективность за счет рационального использования потенциала сушильного агента в теплонасосных сушильных установках, работа которых основана

на возобновляемых источниках энергии при максимальном использовании вторичных энергоресурсов;

– повысить экологическую безопасность за счет снижения выбросов отработанного теплоносителя в атмосферу;

– повысить качество высушенного зерна, полностью исключив его перегрев при сушке, и своевременно активно вентилируя при хранении.

В то же время, и это принципиально важно, помимо решения указанных вопросов, предложенное взрывобезопасное управление технологическими параметрами на предприятиях элеваторной промышленности, что позволит существенно снизить вероятность возникновения взрывов и пожаров за счет стабилизации температуры и влажности зерна при сушке в рециркуляционных зерносушилках и при силосном хранении.

Список литературы

1. Зальцман В.А. Задачи производства и хранения зерна в условиях его расширяющегося экспорта // Нивы России. 2018. № 9. <http://svetich.info/publikacii/zernovoe-oborudovanie/zadachi-proizvodstva-i-hraneniya-zerna-v.html> (дата обращения: 01.02.2019).
2. О государственном материальном резерве: Федер закон от 29.12.1994 года № 79-ФЗ [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер закон от 21.07.1997 года № 116-ФЗ [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
4. Зернохранилища – 2015 // Комбикорма. – 2015. – № 4. – С. 2–7.
5. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья»: приказ Ростехнадзора от 21 ноября 2013 г. № 560 [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Пожарная опасность при сушке зерна [Электронный ресурс]. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-opasnost-pri-sushke-zerna/> (дата обращения: 01.02.2019).
7. Шевцов С.А., Остриков А.Н. Техника и технология сушки пищевого растительного сырья. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. 288 с.
8. Схема автоматического управления для повышения взрывопожаробезопасности и энергоэффективности элеваторов / С.А. Шевцов [и др.] // Энергобезопасность и энергосбережение. 2016. № 5. С. 5–8.
9. В панинском хозяйстве сгорело 60 тонн семян подсолнечника. <https://riavrn.ru/districts/paninsky/na-elevatore-v-panino->

References

1. Zal'cman V.A. Tasks of grain production and storage in conditions of its expanding export [EHlektronnyj resurs]. *Nivy Rossii*, 2018, issue 9. <http://svetich.info/publikacii/zernovoe-oborudovanie/zadachi-proizvodstva-i-hraneniya-zerna-v.html> (data obrashcheniya: 01.02.2019).
2. *O gosudarstvennom material'nom rezerve: Feder zakon ot 29.12.1994 goda № 79-FZ* [EHlektronnyj resurs]. *Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus»* [About the state material reserves: The Federal law of 29.12.1994 No. 79-FZ [Electronic resource]. Access from help.- legal system «Consultant Plus»].
3. *O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov: Feder zakon ot 21.07.1997 goda № 116-FZ* [EHlektronnyj resurs]. *Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus»* [On industrial safety of hazardous production facilities: the Federal law of 21.07.1997 № 116-FZ [Electronic re-source]. Access from help.- legal system «Consultant Plus»].
4. *Zernohranilishcha – 2015* [Granaries-2015]. *Kombikorma*, 2015, issue 4, pp. 2–7.
5. *Ob utverzhenii federal'nyh norm i pravil v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Pravila bezopasnosti vzryvopozharoопасnyh proizvodstvennyh ob'ektov hraneniya i pererabotki rastitel'nogo syr'ya»: prikaz Ros-tekhнадзора ot 21 noyabrya 2013 g. № 560* [EHlektronnyj resurs]. *Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus»* [About the approval of Federal regulations and rules in the field of industrial safety "safety Rules of explosive production facilities of storage and processing of vegetable raw materials": the order of rostec-supervision of November 21, 2013 №560 [Electronic resource]. Access from help.- legal system "Consultant Plus»].
6. *Pozharnaya opasnost' pri sushke zerna* [EHlektronnyj resurs] [Fire hazard during grain drying]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-opasnost-pri-sushke-zerna/> (data obrashcheniya: 01.02.2019).
7. *SHevcov S.A., Ostrikov A.N. Tekhnika i*

sgorelo-60-tonn-semyan-podsolnechnika/ (дата обращения: 01.02.2019).

10. Пожар на элеваторе под Воронежем. https://vestivn.ru/news/2016/10/04/spasateli-proveryayut-versii-pozhara-na-elevatore-pod-voronezhem_2016-10-4_17-20/ (дата обращения: 01.02.2019).

11. Загорание зерносушилки в Становлянском районе. Оперативная информация ГУ МЧС России по Липецкой области от 27.01.2018. <http://48.mchs.gov.ru/operationalpage/operational/item/6407915/> (дата обращения: 01.02.2019).

12. Патент 2534264 Российская Федерация. МПК F 26 В 17/04 (2006/01). Способ управления процессами сушки и хранения растительного сырья с повышенным содержанием жирных кислот / С.А. Шевцов, А.В. Дранников; № 2013126917/13; заявл. 13.06.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 23.

13. Шевцов С.А. Научное обеспечение энергосберегающих процессов сушки и тепловлажностной обработки пищевого растительного сырья при переменном теплоподводе: дис. ...д-ра техн. наук Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. 488 с.

14. Siew Kian Chin, Chung Lim Law. Product quality and drying characteristics of intermittent heat pump drying of GanodermaMurrill. *Drying Technology*, 2010, issue 28, pp. 1457–1465.

15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.08.2008 № 123-ФЗ [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

16. Бритиков Д.А., Шевцов А.А. Энергосбережение в процессах сушки зерновых культур с использованием теплонасосных. М.: ДеЛи плюс, 2012. 328 с.

17. Патент 2303213 Российская Федерация. МПК F 26 В 21/08 (2006.01), МПК F 26 В 21/10 (2006.01), МПК F 26 В 3/14 (2006.01). Способ стабилизации термовлажностных характеристик зерна при его сушке и хранении / А.А. Шевцов, А.Н. Остриков, Д.А. Бритиков, Е.В. Фурсова; № 2005133720/06; заявл. 02.11.2005; опубл. 20.07.2007, Бюл. № 20.

tekhnologiya sushki pishchevogo rastitel'nogo syr'ya [Technique and technology of drying food vegetable raw materials]. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inzhenernyh tekhnologij, 2014, 288 p.

8. Skhema avtomaticheskogo upravleniya dlya povysheniya vzryvopozharobezопасности i ehnergoehffektivnosti ehlevatorov [Automatic control scheme to improve the fire and explosion safety and energy efficiency of elevators] / S.A. SHEvcov [et al.]. *Ehnergobezопасnost' i ehnergoberezhenie*, 2016, issue 5, pp. 5–8.

9. V paninskom hozyajstve sgorelo 60 tonn semyan podsolnechnika [In Panin farm burned 60 tons of sunflower seeds]. URL: <https://riavr.ru/districts/paninsky/na-elevatore-v-paninogorelo-60-tonn-semyan-podsolnechnika/> (дата обращения: 01.02.2019).

10. Pozhar na ehlevatore pod Voronezhem [Fire at the Elevator near Voronezh]. URL: https://vestivn.ru/news/2016/10/04/spasateli-proveryayut-versii-pozhara-na-elevatore-pod-voronezhem_2016-10-4_17-20/ (дата обращения: 01.02.2019).

11. Zagoranie zernosushilki v Stanovlyanskom rajone. Operativnaya informaciya GU MCHS Rossii po Lipeckoj oblasti ot 27.01.2018 [A fire in the dryer in Stanovlyansky district. Operational information EMERCOM of Russia in the Lipetsk region from 27.01.2018]. URL: <http://48.mchs.gov.ru/operationalpage/operational/item/6407915/> (дата обращения: 01.02.2019).

12. SHEvcov S.A., Drannikov A.V. *Sposob upravleniya processami sushki i hraneniya rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniem zhirnyh kislot* [Method of control of processes of drying and storage of vegetable raw materials with the increased content of fatty acids], Patent 2534264 Rossijskaya Federaciya. МПК F 26 В 17/04 (2006/01). – № 2013126917/13; заявл. 13.06.2013; опубл. 27.11.2014, Бул. № 23.

13. SHEvcov S.A. *Nauchnoe obespechenie ehnergoberegayushchih processov sushki i teplovlazhnostnoj obrabotki pishchevogo rastitel'nogo syr'ya pri peremennom teplopodvode* [Scientific support of energy-saving processes of drying and heat-moisture treatment of food plant raw materials with variable heat supply]. Dr. tekhn. sci. diss. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inzhenernyh tekhnologij, 2015, 488 p.

14. Siew Kian Chin, Chung Lim Law. Product quality and drying characteristics of intermittent heat pump drying of GanodermaMurrill. *Drying Technology*, 2010, issue 28, pp. 1457–1465.

15. *Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezопасности: Feder. zakon ot 22.08.2008 № 123-FZ [EHlektronnyj resurs]. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus»* [Technical regulations on fire safety requirements: Feder. law of 22.08.2008 № 123-FZ [Electronic resource]. Access from help.- legal system «Consultant Plus»].

16. Britikov D.A., SHEvcov A.A. *Ehnergoberezhenie v processah sushki zernovyh kultur s ispol'zovaniem teplonasosnyh tekhnologij* [Energy saving in the process of drying crops using heat pump]. М.: DeLi plus, 2012, 328 p.

17. Shevcov A.A., Ostrikov A.N., Britikov D.A., Fursova E.V. *Sposob stabilizacii termovlazhnostnyh harakteristik zerna pri ego sushke i hranenii* [Method of stabilization of thermal moisture characteristics of grain during its drying and storage], Патент 2303213

Rossijskaja Federacija МПК F 26 В 21/08 (2006.01),
МПК F 26 В 21/10 (2006.01), МПК F 26 В 3/14
(2006.01); № 2005133720/06; zjavl. 02.11.2005; opubl.
20.07.2007, Byul. № 20.

Бритиков Дмитрий Александрович

Управление общепромышленного надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Российская Федерация, г. Москва
доктор технических наук, заместитель начальника управления - начальник отдела по надзору за взрывопожароопасными объектами хранения и переработки растительного сырья

E-mail: Britikov@gosnadzor.ru

Britikov Dmitrij Aleksandrovich

Management of common industrial supervision of Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision, Russian Federation, Moscow

doctor of Engineering, the deputy head of department - the head of department of supervision of fire and explosion hazardous objects of storage and processing of vegetable raw materials

E-mail: Britikov@gosnadzor.ru

Шевцов Сергей Александрович

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Российская Федерация, г. Воронеж

доктор технических наук, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Shevtsov Sergej Aleksandrovich

The Voronezh institute – branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Voronezh

doctor of Engineering, professor of department of fire safety of subjects to protection

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Каргашилов Дмитрий Валентинович

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Российская Федерация, г. Воронеж

кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника института (по учебно-научной работе)

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Kargashilov Dmitrij Valentinovich

The Voronezh institute – branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Voronezh

candidate of Technical Sciences, the associate professor, the deputy chief of institute (on educational and scientific work)

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Русских Дмитрий Викторович

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Российская Федерация, г. Воронеж

кандидат технических наук, начальник кафедры пожарной безопасности объектов защиты

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Ruskih Dmitrij Viktorovich

The Voronezh institute – branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Voronezh
candidate of Technical Sciences, chief of department of fire safety of subjects to protection
E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Столярчук Олег Игоревич

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии
ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Воронеж

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

Stolyarchuk Oleg Igorevich

The Voronezh institute – branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education
«Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Voronezh

E-mail: shevtsov_sa@vigps.ru

УДК 614.841.1

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

А. В. ЕРМИЛОВ, А. О. СЕМЕНОВ, В. А. СМОРНОВ, Г. С. ЗИМИН
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: skash_666@mail.ru, ao-semenov@mail.ru

Графический анализ динамики развития и тушения пожара осуществляется на основе совмещенного графика изменения его площади, требуемого и фактического расхода огнетушащих веществ во времени. Графический анализ широко применяется в местных пожарно-спасательных гарнизонах для составления текстовой части описания пожаров, а также при изучении специальных дисциплин в рамках учебного процесса образовательных организаций высшего образования МЧС России. Однако в имеющихся методических рекомендациях по изучению пожаров приводятся общие требования к построению совмещенного графика. В статье рассматриваются способы графического анализа в зависимости от выбранного условия сосредоточения и ввода сил и средств при тушении пожара. Первый способ учитывает подачу огнетушащих веществ на фронт пламени. Во втором способе дополнительно учитывается подача огнетушащих веществ на защиту материальных ценностей и охлаждение строительных конструкций.

Ключевые слова: разбор пожара; совмещенный график; развитие пожара; тушение пожара; локализация пожара.

METHODS OF IMPLEMENTATION OF THE GRAPHICAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF DEVELOPMENT AND EXTINGUISHING OF FIRE

A. V. YERMILOV, A. O. SEMENOV, V. A. SMIRNOV, G. S. ZIMIN
Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: skash_666@mail.ru, ao-semenov@mail.ru

Graphical analysis of the dynamics of fire development and extinguishing is carried out on the basis of a combined schedule of changes in its area, the required and actual consumption of fire extinguishing agents in time. Graphical analysis is widely used in local fire and rescue garrisons to compile the text of the description of fires, as well as in the study of special disciplines in the educational process of educational institutions of higher education of the Ministry of emergency situations of Russia. However, the available guidelines for the study of fires are General requirements for the construction of a combined schedule. The article deals with the methods of graphical analysis depending on the selected conditions of concentration and input of forces and means in extinguishing the fire. The first method takes into account the supply of fire extinguishing agents to the flame front. In the second method, the protection of material values and cooling of building structures are additionally taken into account.

Key words: analysis of fire, combined schedule, the development of fire, fire extinguishing, fire localization.

Введение

Профессиональная подготовка необходима для развития у сотрудников ФПС ГПС умения прогнозировать развитие пожара [6; 7]. Одним из способов повышения тактической подготовки является применение практико-

ориентированных задач, рассматривающих профессиональные ситуации, связанные с тушением пожара в различных частях зданий [1]. Анализ специальной литературы позволил выделить ряд особенностей применения практико-ориентированных задач: совершенствование возможностей профессиональной подготовки путем визуализации развития пожара и действий пожарно-спасательных подразделений; осуществление комплексного анали-

за явлений, протекающих при развитии и тушении пожара; повышение качества оценки обстановки на месте вызова [4].

Особую ценность представляют задачи, при решении которых обучающийся самостоятельно осуществляет расчет сил и средств для достижения локализации пожара, составляет схему расстановки сил и средств, производит графический анализ динамики развития и тушения пожара на основе совмещенного графика. В данном случае графический анализ позволяет обучающимся логически осмыслить зависимость эффективности тушения пожара от поэтапного ввода сил и средств прибывших на место вызова пожарно-спасательных подразделений.

Особенности реализации графического анализа динамики развития и тушения пожара

В основе графического анализа лежит информация, полученная при расчете сил и средств, а также детальная оценка их расстановки при выполнении основной боевой задачи.

К данным, полученным при расчете сил и средств, относятся:

- площадь пожара (S_n);
- площадь тушения пожара (S_T);
- требуемый расход огнетушащего вещества ($Q_{тр}$), находимого по формуле (1).

$$Q_{mp} = Q_{mp(m)} + Q_{mp(z)}, \quad (1)$$

где $Q_{тр(т)}$ – требуемый расход огнетушащего вещества на тушение пожара, л/с; $Q_{тр(з)}$ – требуемый расход огнетушащего вещества на защиту, л/с.

К данным, полученным при анализе расстановки сил и средств, относятся:

- количество и вид применяемых приборов подачи огнетушащих веществ ($Q_{ф}$), которые определяют тактическими возможностями прибывших к месту пожара пожарно-спасательных подразделений на пожарных автомобилях основного назначения, находимого по формуле (2);

$$Q_{ф} = Q_{ф(m)} + Q_{ф(z)}, \quad (2)$$

где $Q_{ф(т)}$ – фактический расход огнетушащего вещества на тушение пожара, л/с; $Q_{ф(з)}$ – фактический расход огнетушащего вещества на защиту, л/с;

- временные отрезки и направления ввода приборов подачи огнетушащих веществ (воды) на тушение пожара, защиту и охлаждение строительных конструкций.

Графический анализ осуществляется в

декартовой системе координат. По левой стороне вертикальной оси откладываются значения площади пожара (S_n) и тушения (S_T), измеряемые в m^2 , с правой стороны откладываются значения требуемого ($Q_{тр}$) и фактического ($Q_{ф}$) расхода огнетушащего вещества, измеряемого в л/сек. Расход огнетушащего вещества находится умножением значений площади на требуемую интенсивность подачи огнетушащих веществ, которая характерна для рассматриваемого объекта [5]. На горизонтальной оси откладывается временной интервал от момента возникновения пожара до наступления момента его локализации либо ликвидации, измеряемое в минутах или в часах в зависимости от продолжительности тушения пожара.

Таким образом, сущность графического анализа заключается в определении возможности достижения локализации пожара имеющимися силами и средствами. В специальной литературе указывается, что локализация пожара возможна, если одновременно выполнены следующие условия: отсутствует или предотвращена угроза людям и (или) животным; предотвращена возможность дальнейшего распространения горения; созданы условия для ликвидации пожара имеющимися силами и средствами [5].

Наступление условия локализации пожара при графическом анализе может быть представлено двумя способами. Первый способ является традиционным и более часто используется при составлении описаний пожаров. В данном способе определяется требуемый расход подачи огнетушащих средств на тушение пожара ($Q_{тр}^T$) и соответствие выполнения условия локализации пожара для каждого фронта пожара (рис. 1).

При этом условие локализации наступает только при достижении локализации на каждом фронте (формула 3).

$$Q_{ф(m)} \geq Q_{mp(m)}. \quad (3)$$

Второй способ рекомендуется использовать при разборе пожаров в зданиях с наличием пустотных перекрытий и перегородок, покрытий больших площадей, металлических ферм, технологических установок и оборудования. То есть в процессе тушения пожара существует необходимость подачи огнетушащих веществ на защиту и охлаждение. Таким образом, во втором способе расчет сводится к определению требуемого расхода подачи огнетушащих средств ($Q_{тр}$) и соответствия выполнения условия локализации пожара с учетом подачи стволов на тушение пожара ($Q_{тр}^T$), защиту и охлаждение ($Q_{тр}^3$) (рис. 2).

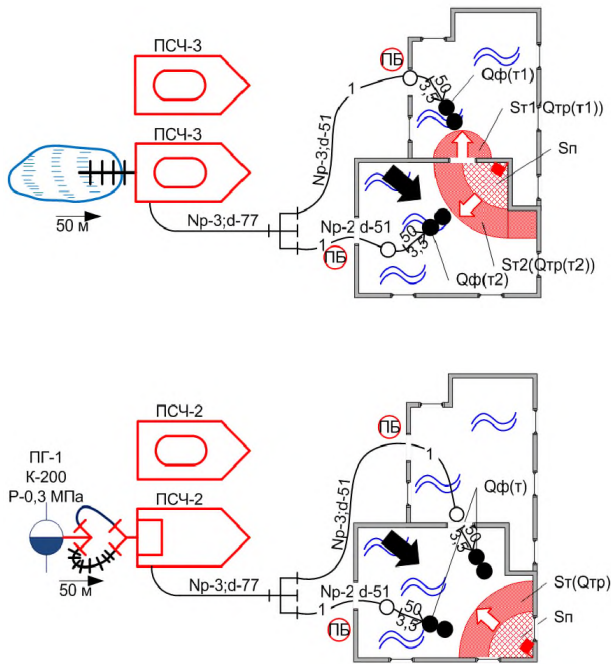


Рис. 1. Концентрация сил и средств по фронту пламени

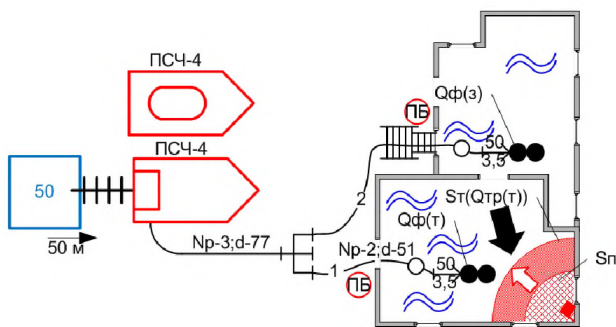


Рис. 2. Концентрация сил и средств по фронту пламени и другим видам работ

Тогда условие локализации пожара можно найти по формуле (4).

$$Q_{\phi} \geq Q_{mp} \quad (4)$$

Порядок графического анализа динамики развития и тушения пожара

Построение совмещенного графика осуществляется в следующем порядке. Координаты точек: время – площадь пожара, время – площадь тушения пожара, время – требуемый расход подачи воды наносятся на каждый момент ввода приборов подачи огнетушащих веществ. Далее полученные точки

площади пожара, площади тушения (требуемого расхода воды) соединяются ломаными линиями. Линия площади пожара берет свое начало из нулевой отметки вертикальной оси. При построении линии площади тушения (требуемого расхода воды) придерживаемся того, что площадь тушения пожара – это часть площади пожара, на которую в данный момент подается огнетушащее вещество, поэтому она начинается из точки ввода первого прибора подачи огнетушащих веществ [3; 8].

График фактического расхода воды выполняется ступенчатой линией на момент ввода каждого прибора подачи огнетушащих веществ на тушение пожара. Высота ступени равна сумме производительности приборов подачи огнетушащих веществ, введенных на тушение пожара в данный момент времени. Основание ступени представляет собой прямую линию.

Условие локализации пожара на совмещенном графике достигается путем пересечения ломаной линии площади тушения пожара (требуемого расхода воды) со ступенчатой линией (Q_{ϕ}). Место их пересечения называется «точка локализации пожара». Далее пожар не распространяется, поэтому ломаные линии площади пожара и площади тушения пожара (требуемого расхода воды) становятся прямыми. Если известно время ликвидации пожара, то ломаная линия площади пожара, площади тушения пожара (требуемого расхода воды) опускаются до соответствующей нулевой отметки шкалы времени. Отрезок на горизонтальной оси от нулевой отметки до времени ввода первого прибора подачи огнетушащих веществ на тушение пожара будет являться временем свободного развития пожара ($t_{св}$). Следующий за ним отрезок до локализации пожара называется временем локализации пожара ($t_{лок}$). Их завершает отрезок времени ликвидации пожара ($t_{лик}$).

Пример построения совмещенного графика показан на рис. 3.

На рис. «3а» представлен способ построения совмещенного графика в соответствии с выполнением условия локализации пожара для каждого фронта пожара. На рисунке «3б» представлен способ построения совмещенного графика с учетом приборов подачи стволов на тушение пожара, защиты материальных ценностей и охлаждения строительных конструкций.

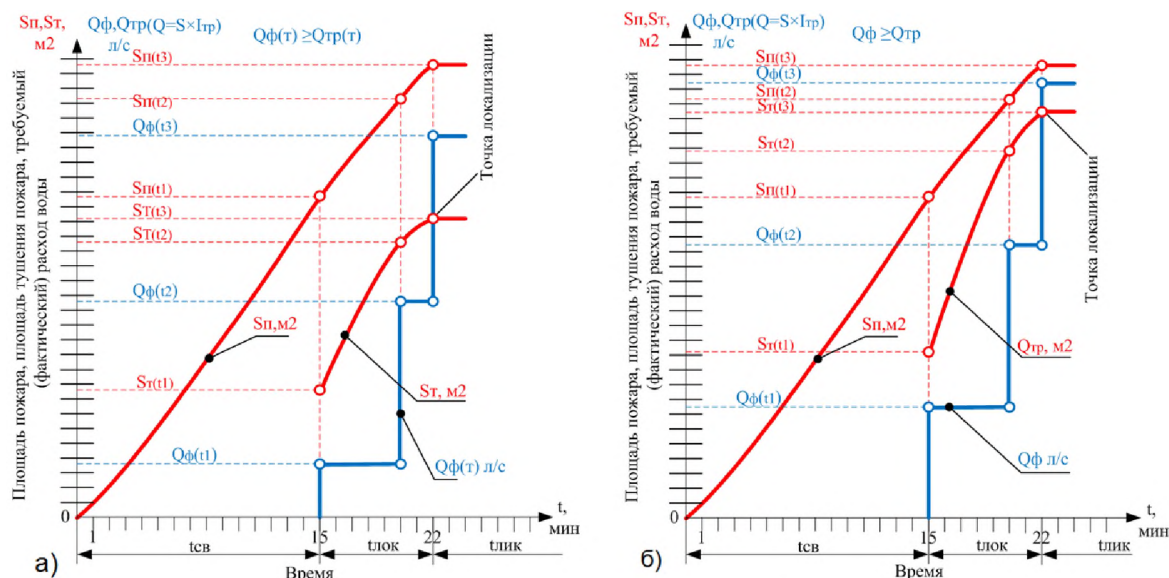


Рис. 3. Совмещенный график изменения площади пожара, требуемого и фактического расхода огнетушащих веществ на три временных отрезка ввода сил и средств

Заключение

Рассматриваемые задачи, содержащие графический анализ динамики изменения площади пожара, требуемого и фактического расхода огнетушащих веществ во времени могут реализовываться в среде специального программного обеспечения, а также традиционным графическим способом, что позволяет расширить область их применения. [3; 9; 10].

Во-первых, данный способ может быть применен в практической деятельности пожарно-спасательных гарнизонов при организации и проведении пожарно-тактических учений, изучении (исследовании) крупных пожаров, а

также при организации и проведении занятий по служебной подготовке со средним и старшим начальствующим составом ФПС ГПС.

Во-вторых, комбинированное применение расчета сил и средств с графическим анализом процесса развития и тушения пожара оказывает особое педагогическое воздействие на профессиональное развитие обучающихся в образовательных организациях высшего образования МЧС России [2]. Данный аспект способствует проявлению самостоятельности обучающихся при принятии управленческих решений исходя из сложившейся обстановки на месте вызова.

Список литературы

1. Ермилов А.В. Формирование индивидуально-личностных качеств курсантов вузов МЧС России на основе лично-деятельностного подхода // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2015. № 3 (27). С. 88–94.
2. Малай И.А., Потемкина О.В., Ермилов А.В. Методы развития профессионально значимых качеств у курсантов вуза МЧС России с применением программного обеспечения // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2016. № 1. С. 144–149.
3. Малютин О.С. Автоматизация составления схем тушения пожаров с использованием ИАГ ГРАФИС // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России. Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия, 2015. С. 73–76.
4. Методические рекомендации по изучению пожаров. М: МЧС России, 2013. 19 с.
5. Наумов А.В., Самохвалов Ю.П., Семенов А.О. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров. Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008. 185 с.
6. Математическая модель для выбора вариантов решений по расстановке пожарных подразделе-

References

1. Ermilov A.V. Formirovaniye individual'no-lichnostnykh kachestv kursantov vuzov MCHS Rossii na osnove lichnostno-deyatelnostnogo podhoda [Formation of individual and personal qualities of students of EMERCOM of Russia on the basis of personal and activity approach]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psihologo-pedagogicheskie nauki*, 2015, issue 3 (27), pp. 88–94.
2. Malyj I.A., Potemkina O.V., Ermilov A.V. Metody razvitiya professional'no znachimykh kachestv u kursantov vuzov MCHS Rossii s primeneniem programmnoy obespecheniya [Methods of development of professionally significant qualities of students of the University of EMERCOM of Russia with the use of software]. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii. Regional'noye prilozheniye*, 2016, issue 1, pp. 144–149.
3. Malyutin O.S. Avtomatizatsiya sostavleniya skhem tusheniya pozharov s ispol'zovaniem IAG GRAFIS [Automation of fire extinguishing schemes using IAG GRAFIS]. *Shkola molodykh uchenykh i specialistov MCHS Rossii. Zheleznogorsk: Sibirskaya pozharно-spasatel'naya akademiya*, 2015, pp. 73–76.
4. *Metodicheskiye rekomendatsii po izucheniyu*

лений при ликвидации лесных пожаров / А.О. Семенов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2011. № 3 (37). С. 6.

7. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Лабутин А.Н. Алгоритмы формализации информации об относительной важности показателей эффективности действий по тушению пожаров на объектах химической промышленности // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2012. № 2 (30). С. 95-97.

8. Организация пожаротушения / В.А. Смирнов [и др.]. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. 106 с.

9. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2014. № 5 (57). С. 114–123.

10. Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф. Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2014. № 6 (58). С. 96–104. <http://academygps.ru/ttb>.

pozharov [Guidelines for the study of fires]. M: MCHS Rossii, 2013, 19 p.

5. Naumov A.V., Samohvalov Yu.P., Semenov A.O. *Sbornik zadach po osnovam taktiki tusheniya pozharov* [Collection of tasks on the basics of fire fighting tactics]. Ivanovo: Ivl GPS MCHS Rossii, 2008, 185 p.

6. Matematicheskaya model' dlya vybora variantov reshenij po rasstanovke pozharov podrazdelenij pri likvidacii lesnyh pozharov [Mathematical model for the choice of solutions for the arrangement of fire departments in the elimination of forest fires] / A.O. Semenov [et al.]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2011, issue 3 (37), p. 6.

7. Semenov A.O., Tarakanov D.V., Labutin A.N. Algoritmy formalizacii informacii ob otnositel'noj vazhnosti pokazatelej ehffektivnosti dejstvij po tusheniyu pozharov na ob"ektah himicheskoy promyshlennosti [Algorithms for the formalization of the information about the relative importance of indicators of the efficiency of suppression of fires on objects of chemical industry]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie*, 2012, issue 2 (30), pp. 95–97.

8. *Organizaciya pozharotusheniya* [Organization of fire fighting] / V.A. Smirnov [et al.]. Ivanovo: Ivanovskaya pozharo-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018, 106 p.

9. Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Komp'yuternoe modelirovanie processov razvitiya i tusheniya pozharov v zdaniyah [Computer modeling of processes of development and extinguishing of fires in buildings]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti: Internet-zhurnal*, 2014, issue 5 (57), pp. 114–123.

10. Tarakanov D.V., Sattarov I.F. Komp'yuternaya model' likvidacii pozharov dlya takticheskoy podgotovki pozharov [Computer model of fire suppression for tactical training of firefighters]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti: Internet-zhurnal*, 2014, issue 6 (58), pp. 96–104. <http://academygps.ru/ttb>.

Ермилов Алексей Васильевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
преподаватель

E-mail: skash_666@mail.ru,

Ernilov Alexey Vasilyevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
teacher

E-mail: skash_666@mail.ru

Семенов Алексей Олегович,

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, доцент

E-mail: ao-semenov@mail.ru,

Semenov Alexey Olegovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical Sciences, associate Professor

E-mail: ao-semenov@mail.ru

Смирнов Владимир Александрович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат педагогических наук, заместитель начальника кафедры

E-mail: skash_666@mail.ru

Smirnov Vladimir Alexandrovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State
Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of
Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of pedagogical Sciences, Deputy head of the Department

E-mail: skash_666@mail.ru

Зимин Григорий Сергеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,

адъюнкт

E-mail: skash_666@mail.ru,

Zimin Grigoriy Sergeevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State
Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of
Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

adjunct

E-mail: skash_666@mail.ru

УДК 623.459.64

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕЙ ПОЛЬЗЫ ДЛЯ ВЫБОРА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ЗРЕНИЯ ПОЖАРНЫХ НА ПРИМЕРЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. САРАЕВ, А. Г. БУБНОВ, Ю. Н. МОИСЕЕВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: saraev-i-v@mail.ru, bubag@mail.ru, fireman13@mail.ru

Авторами рассматривается вопрос технического оснащения пожарно-спасательных подразделений МЧС России средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных. Представлена структура разработанной методики с поэтапным разбором условий её реализации. На примере Ульяновской области показано, что разработанная методика применима для выбора и технического оснащения пожарно-спасательных подразделений МЧС России средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения; ранжирование; выбор; относительная общая польза.

APPLICATION OF COMPLEX CRITERIA OF RELATIVE GENERAL USE FOR THE SELECTION OF MEANS OF INDIVIDUAL PROTECTION OF RESPIRATORY ORGANS AND FIELD VISION ON THE EXAMPLE OF EMERCOM MINISTRY OF RUSSIA OF THE ULYANOVSK REGION

I. V. SARAYEV, A. G. BUBNOV, Yu. N. MOISEEV

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: saraev-i-v@mail.ru, bubag@mail.ru, fireman13@mail.ru

The authors are considering the issue of technical equipment of the fire and rescue units of the EMERCOM of Russia with personal respiratory and sight protection equipment for firefighters. The structure of the developed methodology with a phased analysis of the conditions for its implementation is presented. On the example of the Ulyanovsk region it is shown that the developed method is applicable to the selection and technical equipment of fire and rescue units of the EMERCOM of Russia by means of individual protection of respiratory organs and vision of firefighters.

Key words: personal protective equipment for respiratory organs and eyesight; ranging; choice; relative total benefits.

Введение

Обеспечение и соблюдение общественной безопасности в Российской Федерации (РФ) согласно п. 4 Концепции общественной безопасности в РФ¹ признаётся одним из приоритетных направлений государственной политики в области обеспечения националь-

ной безопасности, в том числе и от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, а также их последствий. В то же время Концепция характеризует состояние общественной безопасности в РФ как нестабильное. В то же время п. 49 Стратегии национальной безопасности РФ² указывает на то, что обеспечение национальной безопасности в области защиты населения и территорий от всевозможных ЧС должно осуществляться пу-

© Сараев И. В., Бубнов А. Г., Моисеев Ю. Н., 2019

¹ Концепция общественной безопасности в Российской Федерации (утверждена Президентом Российской Федерации 14 ноября 2013 года № Пр-2685.

² Указ Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

тём совершенствования, развития и обновления парка различного технологического оборудования для проведения работ по ликвидации последствий ЧС, что будет способствовать поддержанию на должном уровне современной технической оснащённости и готовности пожарно-спасательных сил.

В настоящее время известно, что на территории РФ ежедневно происходит до 360 пожаров, подавляющая часть которых происходит в жилом секторе (до 70 % от общего количества пожаров) [1]. По официальным данным [1] за 2017 год на территории РФ произошло более 130 тыс. пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил более 13 млрд руб. Как показывает статистика [1], гибель людей на пожаре, как правило, возникает в результате отравления токсичными продуктами горения (66,4 %), а также воздействия высоких температур на пострадавших при пожаре (5 %).

Для работы в условиях непригодной для дыхания среды (НДС) пожарно-спасательные подразделения МЧС России (ПСП) используют специальные средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), при помощи которых обеспечивается не только безопасная работа пожарных в условиях НДС, но и успешная эвакуация пострадавших. К СИЗОД, применяемым ПСП в зависимости от защитного действия, относятся дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ) и дыхательные аппараты со сжатым кислородом (ДАСК)³, в рамках данной работы будут рассмотрены исключительно ДАСВ.

Общие требования и правила работы с ДАСВ и ДАСК отражены в приказе МЧС России [2]. Стоит отметить, что данный документ не содержит рекомендаций по выбору типа СИЗОД для тех или иных условий работы, а лишь устанавливает правила проведения личным составом ПСП аварийно-спасательных работ с использованием СИЗОД в НДС. Общие технические требования⁴ и методы испытаний СИЗОД установлены в [2].

Цель исследования заключается в совершенствовании технического оснащения ПСП по средству применения методики, одновременно учитывающей надёжные, социальные и экономические показатели, наиболее полно характеризующие СИЗОД. Основной

задачей при достижении цели исследования стал сбор статистической информации, которая в последующем послужила исходными данными для определения комплексного критерия ООП. С целью получения статистической информации был подготовлен запрос в Главные управления МЧС России, территориально находившиеся в Приволжском федеральном округе (ПФО), о возможности предоставления такой информации. Результатом ответов на запрос стал широкий спектр статистической информации не только количественного (количество представленных СИЗОД), но и качественного (статистика их отказов) характера. Из результатов анализа полученной информации следует, что наибольшее количество СИЗОД по отношению к численности населения субъекта (оснащённость ПСП СИЗОД, шт./чел. – рис. 1) принадлежит ПСП Республики Мордовия, минимальное значение оснащённости (на 83 % меньше) у ПСП Саратовской области. Отметим, что среднее положение в плане оснащённости СИЗОД в округе занимают ПСП Ульяновской области, т.к. они отражают средневзвешенное значение оснащённости среди субъектов РФ, входящих в ПФО. Следует отметить, что ближайшим субъектом РФ в отношении оснащённости СИЗОД являются Нижегородская и Кировская области, а также Пермский край.

Таким образом, объектом исследования является СИЗОД ПСП Ульяновской области ввиду того, что они отражают общую картину оснащённости ПСП в ПФО в пересчёте на душу населения. Отметим, что климатические характеристики указанной области вполне соответствуют средневзвешенному значению для ПФО. В свою очередь предметом исследования выступает комплексный критерий относительной общей пользы (ООП), одновременно учитывающей надёжные, социальные и экономические показатели, наиболее полно характеризующие СИЗОД.

Стоит отметить, что аналогичной проблематикой занимаются отечественные и зарубежные учёные, такие как Н.Г. Топольский, А.А. Таранцев, А.В. Матюшин, Н.Н. Брушлинский, И.Г. Малыгин, В.И. Логинов, М. Statheropoulos, G. Psarros, G. Ingargiola и другие [3–13].

Метод исследования

В качестве метода исследования выступает модифицированный подход по расчёту комплексного критерия ООП – преобразованного критерия Вальда (иначе – максиминного критерия) [14], успешно апробированный на примере другого пожарно-технического вооружения (ПТВ), стоящего на вооружении ПСП МЧС России [15–17]. Разработанная методика состоит из 5 этапов (рис. 2).

³ ГОСТ Р 53256-2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым кислородом с замкнутым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.

⁴ ГОСТ Р 53255-2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.

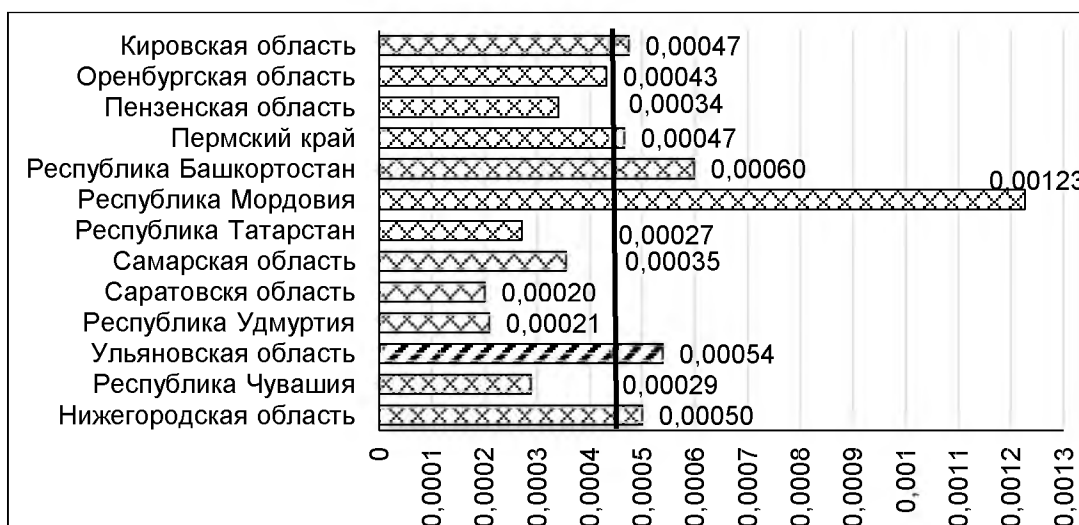


Рис. 1. Оснащённость ПСП СИЗОД в пересчёте на душу населения субъекта ПФО, шт./чел. (вертикальная линия в районе отметки 0,000454 соответствует среднему значению)



Рис. 2. Структура методики выбора СИЗОД (римскими цифрами отражены этапы реализации методики)

На первом этапе осуществляется выбор объекта исследования, а также проводится сбор статистических данных об оснащении, а

также об отказах в работе рассматриваемых СИЗОД. На втором этапе осуществляется дескриптивный анализ полученных надёжност-

ных, экономических и социальных данных, оценка их полноты и преобразование в исходные данные расчёта. В случае недостаточности исходных данных необходимо повторно выполнить первый этап, в случае же достаточности – перейти к следующему. На третьем этапе выполняется расчёт надёжностных, экономических и социальных характеристик эксплуатации СИЗОД с последующим вычислением комплексного критерия относительной общей пользы. На четвёртом этапе осуществляется ранжирование полученных значений относительной общей пользы в соответствии с условием [6]. На завершающем, пятом этапе выдаётся рекомендация для лиц, ответственных за материально-техническое оснащение ПСП в соответствии с результатом ранжирования, которую можно использовать в качестве обоснования предпочтительности для технического оснащения ПСП.

Результаты исследования и их обсуждение

Первоочередной задачей проводимого исследования стала подготовка соответствующих форм для заполнения и сбор статистики эксплуатации СИЗОД. С целью обоснования адаптивности разработанной методики в рамках данной работы были выбраны ПСП МЧС России по Ульяновской области. Исходными данными для расчёта комплексного критерия ООП послужила количественная и качественная статистика эксплуатации СИЗОД (ДАСВ) в ПСП МЧС России по Ульяновской области по состоянию на 01.01.2016 г. (рис. 3).

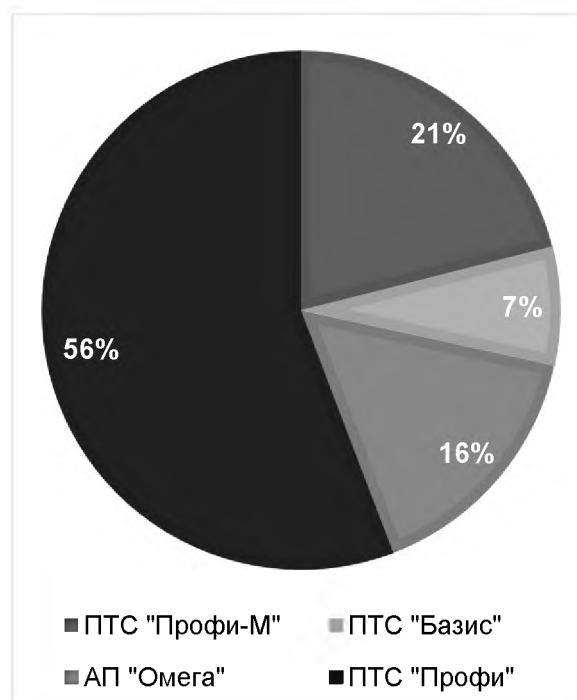


Рис. 3. Процентное соотношение ДАСВ, стоящих на вооружении газодымозащитной службы МЧС России по Ульяновской области

Круговая диаграмма (рис. 3) показывает, что по процентному соотношению ДАСВ, находящихся на вооружении ПСП Ульяновской области, преобладает комплект СИЗОД – ПТС «Профи», что составляет 56% от общей массы.

Полученная статистическая информация послужила исходными данными для расчёта надёжностных, социальных и экономических показателей, наиболее полно характеризующих СИЗОД в соответствии с [16]. Результаты расчётов комплексного критерия ООП представлены в табл. и на рис. 4.

Таблица. Результаты расчёта надёжностных, социальных и экономических показателей, характеризующих СИЗОД

Наименование СИЗОД	Показатель						
	Q	P	B, руб.	G, руб.	V, руб.	ООП	Ранг
ПТС «Профи-М»	0,010	0,990	170589	22459	17058873	88,37	2
ПТС «Профи»	0,014	0,986	238824			65,29	3
ПТС «Базис»	0,016	0,984	272942			57,75	4
АП «Омега»	0,007	0,993	119412			120,24	1

где Q – вероятность отказа; P – вероятность безотказной работы; B – величина техногенного риска; выраженная в стоимостном виде; G – величина экономических затрат на регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту; V – величина предотвращённого ущерба, ООП – относительная общая польза.

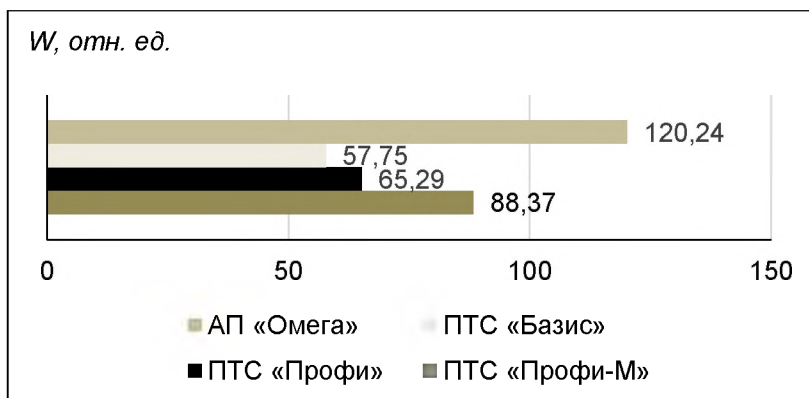


Рис. 4. Значения ООП, набранные СИЗОД, находящихся на вооружении ПСП Ульяновской области

Значения комплексного критерия ООП (табл. и рис. 4) для образцов СИЗОД имеют относительно близкие значения. В качестве предпочтительных комплектов могут быть рекомендованы СИЗОД марки АП «Омега», альтернативой данной рекомендации станет СИЗОД марки ПТС «Профи-М». Таким образом, основываясь на комплексном критерии ООП, можно сделать выбор наиболее приспособленного комплекта СИЗОД к условиям эксплуатации в ПСП Ульяновской области.

С целью обоснования адекватности разработанной методики ООП результаты, полученные с её помощью, сопоставлялись с результатами известного метода [18], полученными при помощи иерархической процедуры оценивания (ИПО), т.к. она применима для определения предпочтительного СИЗОД на начальном этапе, когда оснащение ПСП осуществляется впервые и отсутствуют какие-либо статистические данные надёжности (рис. 5).

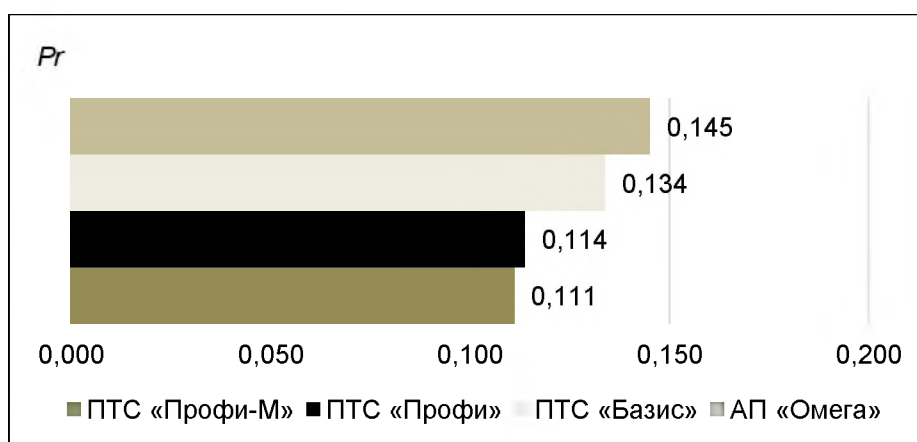


Рис. 5. Итоговые значения векторов приоритета выбора СИЗОД, рассчитанные с помощью ИПО

Стоит отметить, что оценки СИЗОД, полученные в результате применения ИПО, представлены в нормализованной весовой (ранговой) шкале, ввиду чего результаты, полученные по ООП, также были нормализованы [19]. Результаты сопоставления методов представлены на рис. 6 (а).

Наряду с вышеизложенным следует отметить применимость разработанного метода относительно различных территориальных особенностей эксплуатации СИЗОД в зависи-

мости от субъекта Российской Федерации, что накладывает свой отпечаток на результаты ранжирования, а также адекватность предлагаемого метода аналогичным образом, были проведены расчёты значений комплексного критерия ООП и векторов приоритета ИПО относительно выбора СИЗОД ПСП МЧС России Нижегородской области и представлены на рис. 6 (б). Поэтому далее разработанная методика применялась относительно ПСП МЧС России Нижегородской области.

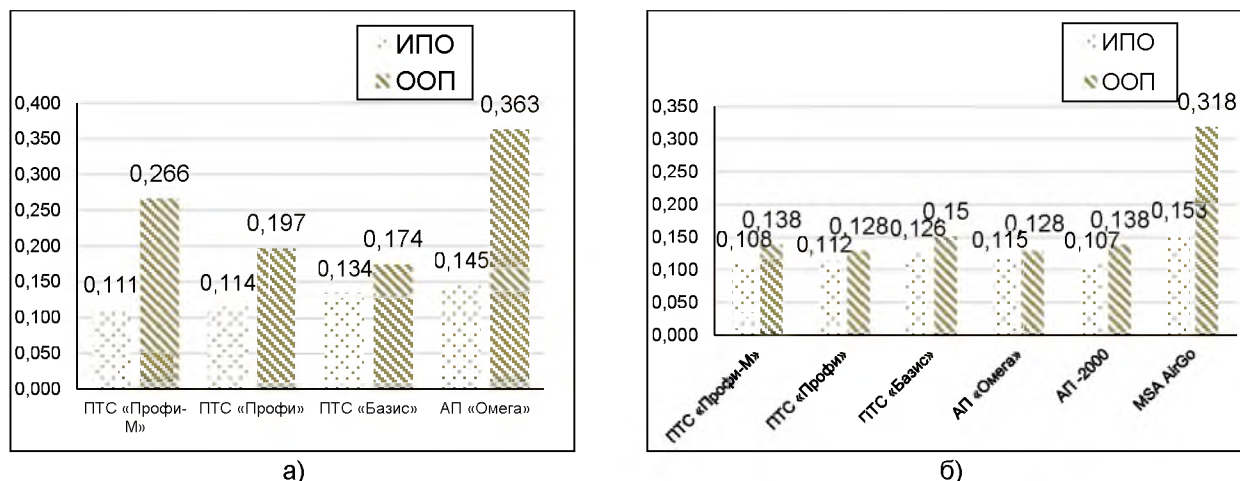


Рис. 6. Сводные результаты выбора СИЗОД:

а) для ПСП МЧС России по Ульяновской области, б) для ПСП МЧС России по Нижегородской области

Анализируя данные рис. 6 (а), стоит отметить, что ИПО подвержен существенному влиянию «человеческого фактора» на результат. По итогам применения ИПО для выбора СИЗОД можно сформулировать следующие рекомендации, где наиболее предпочтительным представляется СИЗОД – АП «Омега», это можно объяснить тем, что, исходя из своего жизненного опыта, большинство респондентов отдают предпочтение именно этому СИЗОД. В случае сопоставления результатов ИПО и ООП относительно выбора СИЗОД в Нижегородской области (рис. 6 (б)) наибольшее значение как ИПО, так и ООП показал комплект СИЗОД – MSA AirGo.

Выводы

Следует отметить, что в настоящее время отсутствуют конкретные методические подходы, реализованные в методики выбора СИЗОД пожарных (спасателей). Разработанная методика будет полезна лицам, ответственным за материально-техническое оснащение ПСП не только федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС), но и особенно другим видам пожарной охраны, в том числе и подразделениям добровольной пожарной охраны, т.к. данные подразделения имеют собственный бюджет и вправе (на уровне устава подразделения) самостоятельно осуществлять выбор того или иного ПТВ. В случае же с ФПС ГПС в настоящее время оснащение ПСП МЧС России по большей мере осуществляется по системе контрактов и аукционов в соответствии с 44-ФЗ [20] и 223-ФЗ [21]. Также следует отметить, что разработанная методика не претендует на внесение изменений или замену законодательной базы, а лишь имеет

рекомендательный характер при осуществлении независимой оценки надёжностных, социальных и экономических показателей, характеризующих СИЗОД.

Ввиду вышеизложенных результатов можно сделать вывод, что методика ООП применима не только для обоснования выбора и совершенствования технического оснащения ПСП, но и позволяет сделать выбор СИЗОД более явным. Также можно сформулировать рекомендации для лиц, ответственных за материально-техническое оснащение ПСП, по совершенствованию технического оснащения ПСП и в целом рекомендовать СИЗОД АП «Омега» как показавшее наибольшие значения комплексного критерия ООП и, следовательно, наиболее подходящее для эксплуатации в Ульяновской области. В качестве его альтернативы предлагается рассмотреть варианты ПТС «Профи-М», зарекомендовавшее себя так же хорошо, но показавшее не самые высокие значения комплексного критерия.

Таким образом, предлагаемая методика может основываться не только на заявленных производителями характеристиках, но и на использовании фактических эксплуатационных данных работы СИЗОД в конкретном регионе (субъекте РФ) с учётом его специфики и особенностей. Дополнительным подспорьем к применению разработанной методики является снижение вероятного субъективного влияния «человеческого фактора» при определении предпочтительных СИЗОД для оснащения ПСП путём использования реальных показателей работоспособности последнего, что может способствовать повышению эффективности выполнения оперативных задач ПСП по направлениям деятельности.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник / под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
2. Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России: принят 09.01.2013 г.: по состоянию на 11 июля 2016 г. М.: МЧС России, 2013. 35 с.
3. Топольский Н.Г., Симаков В.В., Сатин А.П. Автоматизированная система материально-технического обеспечения // Технологии техносферной безопасности. 2009. № 2 (24). С. 9.
4. Информационные технологии в управлении материально-техническими ресурсами / И.М. Тетерин [и др.] // Технологии гражданской безопасности. 2010. № 1-2 (23-24). С. 119–124.
5. Таранцев А.А. Об особенностях нахождения парето-оптимальных вариантов в задачах многопараметрического выбора // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 10. С. 37–40.
6. Обоснование законов распределения временных характеристик оперативного реагирования подразделений пожарной охраны / А.В. Матюшин [и др.] // Пожарная безопасность. 2006. № 6. С. 69–79.
7. Матюшин А.В., Порошин А.А., Матюшин Ю.А. Отечественный опыт расчетного обоснования ресурсов оперативных подразделений пожарной охраны и мест их дислокации в населенных пунктах // Пожарная безопасность. 2005. № 3. С. 61–74.
8. Содержание подходов к модернизации и созданию образцов пожарно-спасательной техники и технологий / В.И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. 2018. № 2. С. 90–94.
9. Закупки пожарно-спасательной техники. Проблемы и возможные решения / В.И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. 2018. № 2. С. 95–99.
10. Разработка дыхательного аппарата со сжатым воздухом с рабочим давлением 44,13 МПа. Необходимость и возможность / В.И. Логинов [и др.] // Материалы XXIX Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Балашиха, 2017. С. 492–497.
11. Statheropoulos M. Factors that affect rescue time in urban search and rescue (USAR) operations / M. Statheropoulos, A. Agapiou, G.C. Pallis, K. Mikedi, S. Karma, J. Vamvakari, M. Dandoulaki, F. Andritsos, C.L. Paul Thomas. *Natural Hazards*, 2014, issue 75, vol. 1, pp. 57–69.
12. Psarros G. The acceptability of maritime security risk / George Psarros, Rolf Skjong, Magnus S. Eide. *Journal of Transportation Security*, 2009, issue 2, vol. 4, pp. 149–163.
13. Ingargiola G.P., Korsh J.F. Reduction algorithm for zero-one single knapsack problems. *Management Science*, 1973, issue 20, pp. 460–463.
14. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование: в 2-х т. Т. 1. М.: Изд-во Юрайт, 2015. 460 с.
15. Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных

References

1. *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2017 godu: Statisticheskij sbornik* [Fire and fire safety in 2017: Statistical collection]. M.: VNIPO, 2018, 125 p.
2. *Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spasatel'nyh rabot pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede: Prikaz MCHS Rossii: prinyat 09.01.2013 g.: po sostoyaniyu na 11 iyulya 2016 g.* [About approval of Rules of conducting personal composition of the Federal opposite-zharna service of the State, opposite-zharna services emergency rescue operations for fire extinguishing with the use of means of individual protection of bodies dy-Chania and vision in unsuitable for breathing environment. [Order of EMERCOM of Russia: adopted 09.01.2013: as of July 11, 2016]. M.: MCHS Rossii, 2013. 35 s.
3. Topol'skij N.G., Simakov V.V., Satin A.P. Avtomatizirovannaya sistema material'no-tekhnicheskogo obespecheniya [Automated system of material and technical support]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2009, issue 2(24), p. 9.
4. Informacionnye tekhnologii v upravlenii material'no-tekhnicheskimi resursami [Information technology in the management of material and technical resources] / I.M. Teterin [et al.]. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2010, issue 1-2 (23-24), pp. 119–124.
5. Tarancev A.A. Ob osobennostyah nahozhdeniya pareto-optimal'nyh variantov v zadachah mnogoparametricheskogo vybora [About the features of finding Pareto-optimal variants in the task of multi-parameter selection]. *Pozharovzryvbezopasnost'*, 2011, issue 10, pp. 37–40.
6. Obosnovanie zakonov raspredeleniya vremennyh harakteristik operativnogo reagirovaniya podrazdelenij pozharnoj ohrany [The rationale for the distributions of the temporal characteristics of rapid response of the fire departments] / A.V. Matyushin [et al.]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2006, issue 6, pp. 69–79.
7. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Matyushin Yu.A. Otechestvennyj opyt raschetnogo obosnovaniya resursov operativnyh podrazdelenij pozharnoj ohrany i mest ih dislokacii v naselennyh punktah [Domestic experience of computational substantiation of the operational resources of the fire departments and their locations in settlements]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2005, issue 3, pp. 61–74.
8. Soderzhanie podhodov k modernizacii i sozdaniyu obrazcov pozharno-spasatel'noj tekhniki i tekhnologij [The content of approaches to modernization and creation of models of fire-rescue equipment and technologies] / V.I. Loginov [et al.]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2018, issue 2, pp. 90–94.
9. Zakupki pozharno-spasatel'noj tekhniki. Problemy i vozmozhnye resheniya [Purchase of fire and rescue equipment. Problems and possible solutions] / V.I. Loginov [et al.]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2018, issue 2, pp. 95–99.
10. Razrabotka dyhatel'nogo apparata so szhatym vozduhom s rabochim davleniem 44,13 MPa. Neobhodimost' i vozmozhnost' [Development of a breathing apparatus with compressed air with an operating pressure of 44.13 MPa. Need and opportunity] / V.I. Loginov [et al.]. *Materialy XXIX Mezhdunarodnoj nauch-*

рукавов / И.В. Сараев [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2015. № 24 (4). С. 66–71.

16. Сараев И.В., Бубнов А.Г. Комплексный критерий для выбора пожарно-технического оборудования при оснащении подразделений МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 86–93.

17. Сараев И.В., Бубнов А.Г. Ранжирование предпочтительности выбора различного пожарно-технического оборудования для оснащения подразделений МЧС России на основе комплексного критерия относительной общей пользы // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2018. № 3. С. 9–16.

18. Томас Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

19. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Издательство «Наука», 1969. 564 с.

20. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федер. закон: принят Гос. Думой 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ. М.: Кодекс, 2016. 197 с.

21. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц: Федер. закон: принят Гос. Думой 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ. М.: Кодекс, 2016. 94 с.

no-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu FGBU VNIIPPO MCHS Rossii, 2017, pp. 492–497.

11. Statheropoulos M. Factors that affect rescue time in urban search and rescue (USAR) operations / M. Statheropoulos, A. Agapiou, G.C. Pallis, K. Mikedi, S. Karma, J. Vamvakari, M. Dandoulaki, F. Andritsos, C.L. Paul Thomas. *Natural Hazards*, 2014, issue 75, vol. 1, pp. 57–69.

12. Psarros G. The acceptability of maritime security risk / George Psarros, Rolf Skjong, Magnus S. Eide. *Journal of Transportation Security*, 2009, issue 2, vol. 4, pp. 149–163.

13. Ingargiola G.P., Korsh J.F. Reduction algorithm for zero-one single knapsack problems. *Management Science*, 1973, issue 20, pp. 460–463.

14. Belov P.G. *Upravlenie riskami, sistemnyj analiz i modelirovanie: v 2-h t. T. 1* [Risk management, systems analysis and modeling]. M.: IZD-VO YURAJT, 2015, 460 p.

15. Otnositel'naya obshchaya pol'za – dopolnitel'nyj kompleksnyj kriterij vybora pozharных rukavov [Relative overall benefit-an additional comprehensive criterion for the choice of fire hoses] / I.V. Saraev [et al.]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2015, issue 24 (4), pp. 66–71.

16. Saraev I.V., Bubnov A.G. Kompleksnyj kriterij dlya vybora pozharно-tekhnicheskogo oborudovaniya pri osnashchenii podrazdelenij MCHS Rossii [Complex criterion for the choice of fire-technical equipment when equipping the Russian emergencies Ministry units]. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*, 2018, issue 3 (47), pp. 86–93.

17. Saraev I.V., Bubnov A.G. Ranzhирование predpochtitel'nosti vybora razlichnogo pozharно-tekhnicheskogo oborudovaniya dlya osnashcheniya podrazdelenij MCHS Rossii na osnove kompleksnogo kriteriya otnositel'noj obshchej pol'zy [Ranking of preference for the choice of various fire-technical equipment for the equipment of the EMERCOM of Russia on the basis of a comprehensive criterion of relative overall benefit]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii*, 2018, issue 3, pp. 9–16.

18. Tomas Saati. *Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij*; per. s angl. R.G. Vachnadze [Decision making. Hierarchy analysis method]. M.: Radio i svyaz', 1993, 278 p.

19. Vencel' E.S. *Teoriya veroyatnostej* [Probability theory]. M.: Izdatel'stvo «Nauka», 1969. 564 p.

20. *O kontraktnoj sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlya obespecheniya gosudarstvennyh i municipal'nyh nuzhd: Feder. zakon: prinyat Gos. Dumoj 5 aprelya 2013 g. № 44-FZ* [About contract system in the sphere of purchases of goods, works, services for ensuring the state and municipal needs: Feder. law: adopted by the State. Duma April 5, 2013 № 44-FZ]. M.: Kodeks, 2016. 197 p.

21. *O zakupkah tovarov, rabot, uslug ot del'nymi vidami yuridicheskikh lic: Feder. zakon: prinyat Gos. Dumoj 18 iyul. 2011 g. № 223-FZ* [About purchases of goods, works, services by separate types of legal entities: Feder. law: adopted by the State. Duma 18 July. 2011 № 223-FZ]. M.: Kodeks, 2016, 94 p.

Сараев Иван Витальевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
преподаватель

E-mail: saraev-i-v@mail.ru

Saraev Ivan Vital'evich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
teacher

E-mail: saraev-i-v@mail.ru,

Бубнов Андрей Германович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
профессор, доктор химических наук, доцент

E-mail: bubag@mail.ru

Bubnov Andrej Germanovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
professor, doctor of Chemical Sciences, associate professor

E-mail: bubag@mail.ru

Моисеев Юрий Николаевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
начальник кафедры

E-mail: fireman13@mail.ru

Moiseev Yuriy Nikolaevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
head of the department

E-mail: fireman13@mail.ru

УДК 699.058

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ

А. П. СИЗОВ, В. А. КОМЕЛЬКОВ, А. В. ТОПОРОВ, М. В. ВИНОКУРОВ
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: szveex@yandex.ru, komelkov@rambler.ru, Ironaxe@mail.ru, vimifi@yandex.ru

Использование магнитожидкостных устройств в пожарной технике требует прогноза надежности их работы в экстремальных ситуациях. Это позволит длительно использовать технику специального назначения как в рабочем режиме, так и в режиме хранения. Одним из условия внедрения разработанных герметизирующих устройств, датчиков, демпферов является долговечность их работы. Данная работа посвящена разработке методики прогнозирования долговечности магнитожидкостных устройств.

Ключевые слова: пожарная техника; долговечность; магнитожидкостное устройство; магнитная жидкость; чрезвычайная ситуация.

THE TECHNIQUE OF DEFINITION OF DURABILITY OF A MAGNETIC FLUID DEVICES FOR USE

A. P. SIZOV, V. A. KOMELKOV, A. V. TOPOROV, V. M. VINOKUROV
Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: szveex@yandex.ru, komelkov@rambler.ru, Ironaxe@mail.ru, vimifi@yandex.ru

The use of ferrofluid-based devices in fire fighting equipment requires a forecast of the reliability of operation in extreme situations. This will allow long-term use of special-purpose equipment both in the operating mode and in the storage mode. One of the conditions for the introduction of the developed sealing devices, sensors, dampers, is the durability of their work. This work is devoted to the development of methods for predicting the durability of magnetic fluid devices.

Key words: fire equipment; durability; magnetic fluid device; magnetic fluid; emergency.

В настоящее время для различных технических систем разработаны устройства, в которых используется новые материалы, обладающие магнитными свойствами и свойствами жидкости. На основе этих материалов создаются различные узлы и агрегаты для использования в технике в качестве уплотнений, датчиков, виброизоляторов и др. Магнитная жидкость нашла применение в технике, медицине, радиоэлектронике и других отраслях промышленности.

Наиболее распространенными устройствами, использующими магнитную жидкость, в настоящее время являются уплотнения, комбинированные уплотнительные устройства, быстроразъемные соединения, датчики угла

наклона, датчики температуры и давления, которые нашли широкое применение в пожарной технике [1].

Для увеличения области применения устройств с магнитной жидкостью их необходимо разрабатывать простыми и надежными, что может гарантировать долговечность их срока эксплуатации и минимизировать отказы техники, предназначенной для работы в различных условиях, особенно связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций.

При эксплуатации узлов с магнитной жидкостью в экстремальных условиях на них оказывает активное воздействие окружающая среда: перепад температур, влажность, огнетушащие вещества, удары, повышенная запыленность [2].

В магнитожидкостных устройствах их функциональные параметры обеспечиваются устойчивым взаимодействием магнитной жидкости с магнитным полем, создаваемым постоянным магнитом или электромагнитным полем, при условии, что магнитная жидкость не должна расслаиваться на твердую и жидкую фракции.

Уже сегодня существуют технологии, позволяющие производить магнитные жидкости, длительное время безотказно работающие на космических объектах без проведения какого-либо дополнительного регламентного обслуживания. Применение магнитожидкостных устройств в различных отраслях науки и техники позволило накопить определенный опыт их проектирования и эксплуатации.

Основным элементом в таких устройствах является магнитная жидкость, основной недостаток которой заключается в старении, что снижает долговечность всего узла и выход из строя техники.

Поэтому возникает необходимость разработки методики ускоренных испытаний магнитной жидкости, чтобы по её начальным параметрам определить долговечность изделия.

Начальными параметрами являются объемная концентрация феррочастиц C_v и намагниченность магнитной жидкости I_0 .

$$C_v = \frac{d_0 - d_{дс}}{d_{тф} - d_{дс}}, \quad (1)$$

где $d_{тф}$ – плотность феррочастиц;
 $d_{дс}$ – плотность дисперсионной среды.

Намагниченность магнитной жидкости [3]

$$I_0 = n \cdot m \cdot L(\xi), \quad (2)$$

где n – число феррочастиц в единице объема;
 m – магнитный момент ферромагнитной частицы;

$L(\xi)$ – функция Ланжевена.

На основании данных, полученных в результате эксперимента, проведенного на ротационном вискозиметре «Реостат 2», рассчитана и построена зависимость изменения момента трения $M_{тр}$ в магнитожидкостном устройстве от частоты вращения вала n (при диаметре вала $d_b = 12 \cdot 10^{-2}$ м) (рисунок).

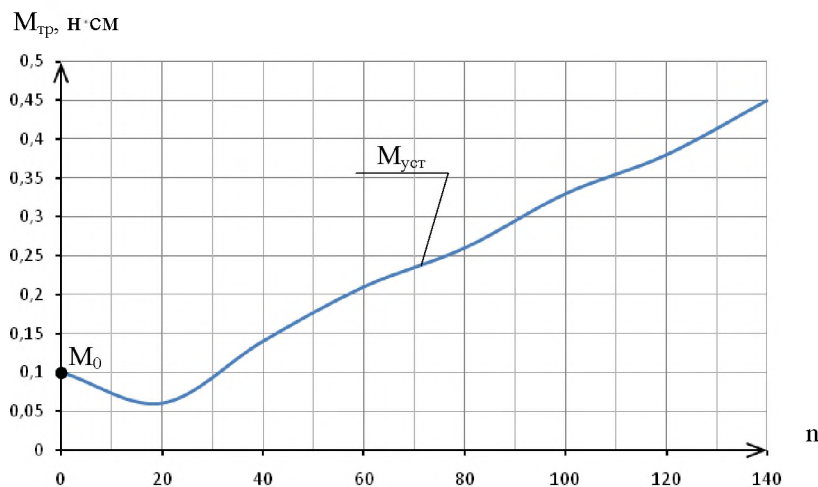


Рисунок. Зависимость изменения момента трения в магнитожидкостном устройстве от частоты вращения вала

В эксперименте использовалась магнитная жидкость, применяемая в рабочих магнитожидкостных устройствах и обеспечивающая долговечность на протяжении нескольких лет.

Величина M_0 обусловлена существованием в магнитной жидкости предела текучести. Стабильность M_0 и стабильность установившегося $M_{тр}$ характерны для магнитожидкостных устройств, имеющих высокую долговечность при герметизации вращающихся валов [4].

В случаях использования магнитожидкостных устройств в технике, задействованной для ликвидации чрезвычайных ситуаций, на них могут воздействовать также огнетушащие вещества: вода, газ, порошок, аэрозоль, вода с добавками поверхностно активных веществ. Для обеспечения устойчивости данных узлов к таким воздействиям разработано комбинированное уплотнение, состоящее из сальниковового, магнитожидкостного и торцового уплотнений [6].

Положительным моментом применения данной комбинации является увеличение долговечности работы устройства за счет уменьшения потерь на трение уплотнительного элемента при вращении вала из-за внедрения магнитной жидкости в зону трения [5]. Этот процесс осуществляется благодаря магнитному и адгезионному взаимодействиям магнитной жидкости с микронеровностями. Тонкая пленка, образующаяся на поверхности вала, обеспечивает его работу в условиях полужидкостного трения.

Увеличение долговечности сальниковой набивки в присутствии затворной жидкости, уменьшающей трение в сальнике, определяется по формуле (3):

$$\frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right), \quad (3)$$

где t_1, t_2 – ресурсы уплотнения при давлении P_1 и P_2 .

Особое внимание уделяется магнито-жидкостным уплотнениям, в которых магнитная жидкость выступает в роли затвора, обеспечивая герметичность узла. Такая комбинация особенно необходима в оборудовании, используемом в процессах, связанных с образованием горючих и взрывоопасных смесей.

Одновременно с выполнением функции герметизатора магнитная жидкость должна создать условия увеличения долговечности работы уплотнения. Это может быть обеспечено подбором пар трения и носителя для магнитной жидкости с учетом физико-химических параметров уплотняемой среды, а также использование комбинации торцового уплотнения с магнито-жидкостным. Все это создает условия для образования полужидкостной смазки пар трения, так как магнитная жидкость, затекая в микронеровности вала, уменьшает износ рабочей кромки манжеты,

понижит величину пускового момента, что в итоге положительно скажется на увеличении долговечности работы узла. Все это присуще комбинации магнито-жидкостного и манжетного уплотнений.

Проведенные испытания комбинированного уплотнения подшипниковых узлов в лабораторных и производственных условиях при температуре 250°C показали положительные результаты. Применение данного типа уплотнений позволило увеличить долговечность работы подшипников качения в подшипниковом узле при смазке его консистентной смазкой. Использование комбинированного уплотнения позволило увеличить диапазон рабочих температур применяемых смазочных материалов.

В технике широко распространены статические уплотнения, с помощью которых обеспечивается герметизация неподвижных соединений. В частности, статические уплотнения также используются в комбинированных герметизаторах. Однако под действием уплотняемой среды происходят процессы их старения. Следует отметить, что процессы старения статических герметизаторов происходят и в самих герметизаторах, и в местах их контакта с герметизируемым узлом машины, что зачастую связано с материалом уплотнителя и конструкцией герметизируемого узла. Совместимости материала уплотнителя и уплотняемой детали возможно достичь за счет использования в уплотняемом зазоре промежуточного материала, нейтрального по отношению к материалу уплотнителя и к материалу уплотняемой детали. В качестве такого материала предполагается использовать магнитную жидкость, которая будет удовлетворять данным требованиям за счет выбора соответствующего материала носителя.

Список литературы

1. Анализ надежности узлов техники, используемой в чрезвычайных ситуациях при применении в ее узлах уплотнительных устройств с магнитной жидкостью / Сизов А.П. [и др.] // Материалы II конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 132–139.
2. Физико-технические основы применения нанодисперсных магнитных жидкостей в пожарной и аварийно-спасательной технике / Сизов А.П. [и др.] // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны (Современные пожаробезопасные материалы и технологии). Иваново, 2017. С. 342–346.

References

1. Analiz nadezhnosti uzlov tekhniki, ispol'zuemoj v chrezvychajnyh situacijah pri primenenii v ee uzlah uplotnenitel'nyh ustrojstv s magnitnoj zhidkost'yu / Sizov A.P. [et al.]. *Materialy II konferencii, posvyashchennoj Vsemirnomu dnyu grazhdanskoj oborony*. M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2018, pp. 132–139.
2. Fiziko-tekhnicheskie osnovy primeneniya nanodispersnyh magnitnyh zhidkostej v pozharnoj i avarijno-spasatel'noj tekhnike [Physical and technical bases of application of nanodispersed magnetic liquids in fire and rescue equipment] / Sizov A.P. [et al.]. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj Godu grazhdanskoj oborony (Sovremennye požarobezopasnye materialy i tekhnologii)*. Ivanovo, 2017, pp. 342–346.

3. Zhenkun Li, Decai Li, Yibiao Chen, Yilong Yang, Jie Yao Influence of Viscosity and Magnetoviscous Effect on the Performance of a Magnetic Fluid Seal in a Water Environment Tribology Transactions Issue 61, 2018, issue 2, pp. 367–375.

4. Peng Zhang, Kwang-Hee Lee and Chul-Hee Lee Wear Behavior of Rotary Li Seal Operating in a Magnetorheological Fluid Under Magnetic Field Conditions Journal of Tribology 140(2), 022201 (Sep 29, 2017) (8 pages).

5. Патент 2663438 Российская Федерация МПК F16J 15/43. Комбинированное магнитоожидкостное уплотнение / А.П. Сизов [и др.]; публ. 06.08.2018, Бюл. №22.

3. Zhenkun Li, Decai Li, Yibiao Chen, Yilong Yang, Jie Yao Influence of Viscosity and Magnetoviscous Effect on the Performance of a Magnetic Fluid Seal in a Water Environment Tribology Transactions Issue 61, 2018, issue 2, pp. 367–375.

4. Peng Zhang, Kwang-Hee Lee and Chul-Hee Lee Wear Behavior of Rotary Li Seal Operating in a Magnetorheological Fluid Under Magnetic Field Conditions Journal of Tribology 140(2), 022201 (Sep 29, 2017) (8 pages).

5. Patent 2663438 Rossijskaya Federaciya MPK F16J 15/43. *Kombinirovannoe magnitozhidkostnoe uplotnenie* [Combined magnetic fluid seal] / A.P. Sizov. [et al.]; opubl. 06.08.2018, Byul. №22.

Сизов Александр Павлович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

Профессор, доктор технических наук, профессор, Лауреат премии Правительства
Российской Федерации

E-mail: szveex@yandex.ru

Sizov Alexander Pavlovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

Professor, doctor of technical sciences, professor, Laureate of the Government prize
of the Russian Federation

E-mail: szveex@yandex.ru

Комельков Вячеслав Алексеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, начальник кафедры

E-mail: komelkov@rambler.ru

Komelkov Vyacheslav Alekseevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, head of department

E-mail: komelkov@rambler.ru

Топоров Алексей Валериевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Ironaxe@mail.ru

Toporov Aleksej Valerievich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Ironaxe@mail.ru

Винокуров Михаил Владимирович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

старший преподаватель

E-mail: vimifi@yandex.ru

Vinokurov Mikhail Vladimirovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer
E-mail: vimifi@yandex.ru

УДК 614.841.315

ОСОБЕННОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПОЖАРНОГО НАДЗОРА В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

М. В. ТОРОПОВА¹, А. А. ЛАЗАРЕВ², А. М. МОЧАЛОВ²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,
Российская Федерация, г. Иваново,

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: mators@mail.ru, anton.mochalov.93@mail.ru

Текстильное производство, как и сто лет назад, не исключает возможности возникновения пожаров и загораний. Их причины обусловлены особенностями технологических процессов и производственного оборудования, а специфика производства связана с повышенной пожарной опасностью в подготовительных, ткацких и отделочных цехах. Внедрение современных технических систем противопожарной защиты предприятий не всегда является гарантом обеспечения достаточного уровня защищенности объекта. Для устойчивого функционирования и повышения пожарной безопасности в текстильной промышленности необходимо осуществлять комплексную целенаправленную работу, координируя социальное взаимодействие контрольно-надзорных органов МЧС России и общественности.

Актуальность статьи обусловлена наличием противоречия между социальным заказом на инновационное совершенствование обеспечения пожарной безопасности на текстильных предприятиях и отсутствием соответствующих моделей. В связи с этим авторами предложена модель внедрения риск-ориентированного подхода при организации проверок обеспечения пожарной безопасности на текстильных предприятиях. Приведенный анализ правоприменительной практики органов федерального государственного пожарного надзора на объектах текстильной промышленности показывает проблемные вопросы формулирования нарушений требований пожарной безопасности.

По мнению авторов, дальнейшими направлениями работы по профилактике пожаров на текстильных предприятиях могут быть разработка методического обеспечения и проведение соответствующих тренингов для представителей общественности в целях организации комплексной деятельности по настойчивому убеждению собственников и персонала этих объектов в необходимости принятия противопожарных мер.

Ключевые слова: федеральный государственный пожарный надзор, текстильные предприятия, пожарная безопасность.

FEATURES OF FIRE SUPERVISION IN THE TEXTILE PRODUCTS

M. V. TOROPOVA¹, A. A. LAZAREV², A. M. MOCHALOV²

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Politechnical University»,
Russian Federation, Ivanovo

²Federal State budgetary educational Institution of higher Education
«Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for
Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: mators@mail.ru, anton.mochalov.93@mail.ru

Textile production, like a hundred years ago, does not exclude the possibility of fires and tans. Their reasons are due to the peculiarities of technological processes and production equipment, and the specificity of production is associated with increased fire danger in the preparatory, weaving and finishing shops. The introduction of modern technical systems for fire protection of enterprises is not always a guarantor of ensuring a sufficient level of security of the facility. For sustainable operation and increase of fire safety in the textile industry, it is necessary to carry out complex, purposeful work, coordinating the social interaction of the control and supervisory bodies of the Ministry of Emergencies of Russia and the public.

The relevance of the article is due to the existence of a contradiction between the social order for innovative improvement of fire safety at textile enterprises and the absence of appropriate models. In this connection, the authors propose a model for introducing a risk-oriented approach to the organization of fire safety inspections at textile enterprises. The above analysis of the law enforcement practice of the bodies of the federal state fire supervision at the textile industry facilities shows problematic issues of formulating violations of fire safety requirements.

According to authors, further development of fire prevention at textile enterprises can be the development of methodological support and the conduct of appropriate trainings for members of the public with a view to organizing comprehensive activities to persuade the owners and staff of these facilities to take fire prevention measures.

Key words: fire supervision, textile enterprises, fire safety.

Текстильное производство было и остается одним из важных сегментов промышленности. Рынок текстиля в Российской Федерации достигает 275 млрд руб. в год [1]. Некоторые предприятия являются градообразующими, обеспечивая занятость большинства населения малых городов. Общая численность работающих в текстильной промышленности – 268,7 тыс. человек. Данная сфера жизнедеятельности общества, с одной стороны, представляет собой социально-ориентированную экономическую среду, а с другой стороны, является зоной пристального внимания сотрудников органов государственного пожарного надзора. Отметим, что интерес к вопросам обеспечения пожарной безопасности на предприятиях текстильного кластера возник не сегодня, не вчера, еще сто лет назад на рубеже XIX-XX вв. ткацкие фабрики рассматривались как объекты защиты от пожара.

Итак, в начале двадцатого века в нашей стране велся учет пожаров. Такие полномочия были вменены организации, которая называлась «Российское Страхование от огня Общество». Благодаря сведениям, представленным в отчете [2], известно, например, что в 1910 г. общий объем страховых выплат после пожаров на текстильных предприятиях составил 1/4 всех выплат по стране.

Структура страховых выплат, изложенная в таблице, за уничтоженное пожаром имущество текстильных фабрик распределяется следующим образом. Как видно из таблицы, наибольшие убытки, а следовательно, наивысшая пожароопасная обстановка, имели место на текстильных фабриках, специализация которых – производство хлопчатобумажной пряжи. Наименьшая пожарная опасность отмечена на камвольных предприятиях.

Таблица. Страховые суммы, выплаченные в результате пожара текстильным предприятиям России в 1910 г.

№ п/п	Наименования групп текстильных производств	Страховые суммы (тыс. руб.) в Российской Империи, за исключением Царства Польского и Финляндского
1	Бумагопрядильни (фабрики хлопчатобумажной пряжи)	133,713
2	Ткацкие фабрики, чулочные, трикотажные и нитяные	106,118
3	Ситцевые и набивные фабрики	38,018
4	Красильные и заварочные (отделочные) фабрики	36,616
5	Суконные фабрики	26,223
6	Льно-пенько и джутопрядильные, шпагатные фабрики	21,359
7	Апретурные фабрики	20,529
8	Галунные, парчевые и шелковые фабрики и производство вышивки	14,648
9	Хлопкоочистительные заводы	6,620
10	Суконные фабрики без прядилен	3,621
11	Камвольные прядильни	3,285
	Итого:	410,750

Кроме этого, в работе [2] указывается на то, что горение имущества на протяжении рассматриваемого периода времени «... не обнаруживает заметной тенденции к понижению. На первый взгляд такое явление может вызвать недоумение, так как с повышением культуры пожарная опасность имущества, казалось бы, должна понижаться. Причем по некоторым категориям улучшение условий, уменьшающих пожарную опасность имущества, очевидно. Например, спринклирование фабрик, устройство водопроводов, распространение огнеупорных железобетонных зданий, организация борьбы с огнем, а также относительное увеличение числа каменных построек и прочных крыш».

Прошло сто лет, но по-прежнему в новостных лентах появляется информация о пожарах в текстильном производстве. Так, в 2017 году на предприятиях текстильной промышленности имело место несколько крупных пожаров:

- 6 февраля 2017 г. в г. Тольятти произошёл пожар в здании бывшей трикотажной фабрики. Горел цех по производству спальных матрасов. Огонь распространился на площади около 1000 м² [3].
- 12 июля 2017 г. в Ивановской области произошёл пожар на территории одного из старейших предприятий текстильной отрасли региона ООО «Навтекс», очаг пожара был локализован на площади 400 м², из здания были эвакуированы 50 человек [4].

В этой связи работа по профилактике пожаров и снижению напряженной техногенной обстановки в текстильной сфере должна быть ориентирована таким образом, чтобы контрольно-надзорная деятельность по соблюдению требований пожарной безопасности строилась с учетом особенностей технологических процессов.

Во-первых, на всех стадиях производства используется большое количество пожароопасных материалов: пряжа, нити, ткани, смазочные материалы.

Во-вторых, согласно Стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года текстильным предприятиям предписывается увеличение объемов применения химических волокон и нитей [5]. Однако синтетические материалы обладают рядом недостатков:

- а) при трении они способны электризоваться;
- б) при воздействии высоких температур разлагаются с выделением токсичных продуктов;
- в) в процессе горения наблюдается весьма интенсивное задымление, что затрудняет эвакуацию.

В-третьих, в процессе производства образуется пыль. Она представляет собой обрывки отдельных волокон и комплексы этих обрывков сложных пространственных форм. В свою очередь волокнистая горючая пыль способна оседать на конструкциях зданий, машинах и агрегатах, приводя к повышению пожарной опасности. Существование пылевых смесей в мелкодисперсном состоянии создает угрозу взрыва внутри оборудования и в производственных помещениях [6, 7].

В-четвертых, загорания на разных технологических переделах могут стать причиной пожара. Высокая потенциальная опасность возникновения загорания существует при переработке химических волокон в сортировочно-трепальных отделах, при сушке окрашенного волокна, при использовании лабазов в меланжевом производстве и в аппаратной системе прядения хлопка [8].

Анализ правоприменительной практики органов ФГПН на объектах текстильной промышленности показывает следующие проблемные вопросы формулирования нарушений требований пожарной безопасности:

- не определяется модель оборудования с последующей идентификацией с инструкцией завода-изготовителя;
- применение нормативных правовых актов, вступивших в силу после введения объекта защиты в эксплуатацию, а также связанные с этим проблемы обоснования позиции ФГПН;
- наличие выступающих узлов, агрегатов, трубопроводов и оборудования на путях эвакуации;
- геометрические размеры эвакуационных путей и выходов;
- исполнение противопожарных преград и их заполнение;
- соответствие названий и нумерации корпусов и литеров с их наименованиями.

С учетом специфических особенностей текстильных предприятий, функции должностных лиц органов государственного пожарного надзора на текстильных предприятиях можно сформулировать следующим образом:

- организация и проведение проверок организаций и граждан, сфера деятельности которых – текстильная промышленность;
- по результатам проверок – принятие предусмотренных законодательством Российской Федерации мер в отношении: руководителей органов местного самоуправления (например, при выявлении невыполнения первичных мер пожарной безопасности к содержанию источников противопожарного водоснабжения); собственников имущества; лиц, уполномоченных владеть, пользоваться или

распоряжаться имуществом, в том числе руководителей организаций; лиц, в установленном порядке назначенных ответственными за обеспечение пожарной безопасности; должностных лиц; граждан;

- осуществление взаимодействия с федеральными органами исполнительной власти и их территориальными органами, в том числе с органами государственного контроля (надзора), органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и организациями по вопросам обеспечения пожарной безопасности в текстильной отрасли;

- планирование, организация и проведение профилактических мероприятий, направленных на соблюдение обязательных требований пожарной безопасности на текстильных предприятиях;

- рассмотрение обращений и жалоб органов власти, организаций и граждан по вопросам обеспечения пожарной безопасности при производстве текстильной продукции.

Как известно, в сферу компетенции собственников и руководителей текстильных предприятий входит разработка системных мероприятий, обеспечивающих устойчивое функционирование текстильных производств, повышение их пожарной безопасности, а также минимизацию возможного ущерба. Реализация указанных мероприятий представляется нам наиболее приемлемой при получении консультаций у сотрудников подразделения надзорной деятельности территориальных органов МЧС РФ. Для достижения поставленных целей необходимо организовать работу таким образом, чтобы максимально эффективно использовать доступные инструменты социального партнерства, направленные на взаимодействие с представителями органов местного самоуправления, бизнес-сообщества, общественных институтов и граждан России (рис. 1). Очевидно, что эффективное задействование потенциала всех элементов системы обеспечения пожарной безопасности позволит получить синергетический эффект в части обеспечения соответствия объекта защиты текстильного производства требованиям пожарной безопасности.



Рис. 1. Социальное партнерство в сфере повышения пожарной безопасности текстильных производств

Действуя в рамках приведенной системы, органы федерального государственного пожарного надзора (далее – ФГПН) могут повысить эффективность проводимой работы, предложить новые действенные формы взаимодействия, направленные на профилактику и предотвращение техногенных чрезвычайных ситуаций на текстильных предприятиях. При этом важно внедрять риск-ориентированный подход [9], [10] при организации проверок обеспечения пожарной безопасности тек-

стильных предприятий. Мы предлагаем использовать модель, изображенную на рис. 2. Особую роль в реализации указанной модели играют пожарно-техническая комиссия (далее ПТК) или комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (далее – КЧС и ОПБ), а также добровольные пожарные дружины или команды (далее – ДПД и ДПК соответственно).

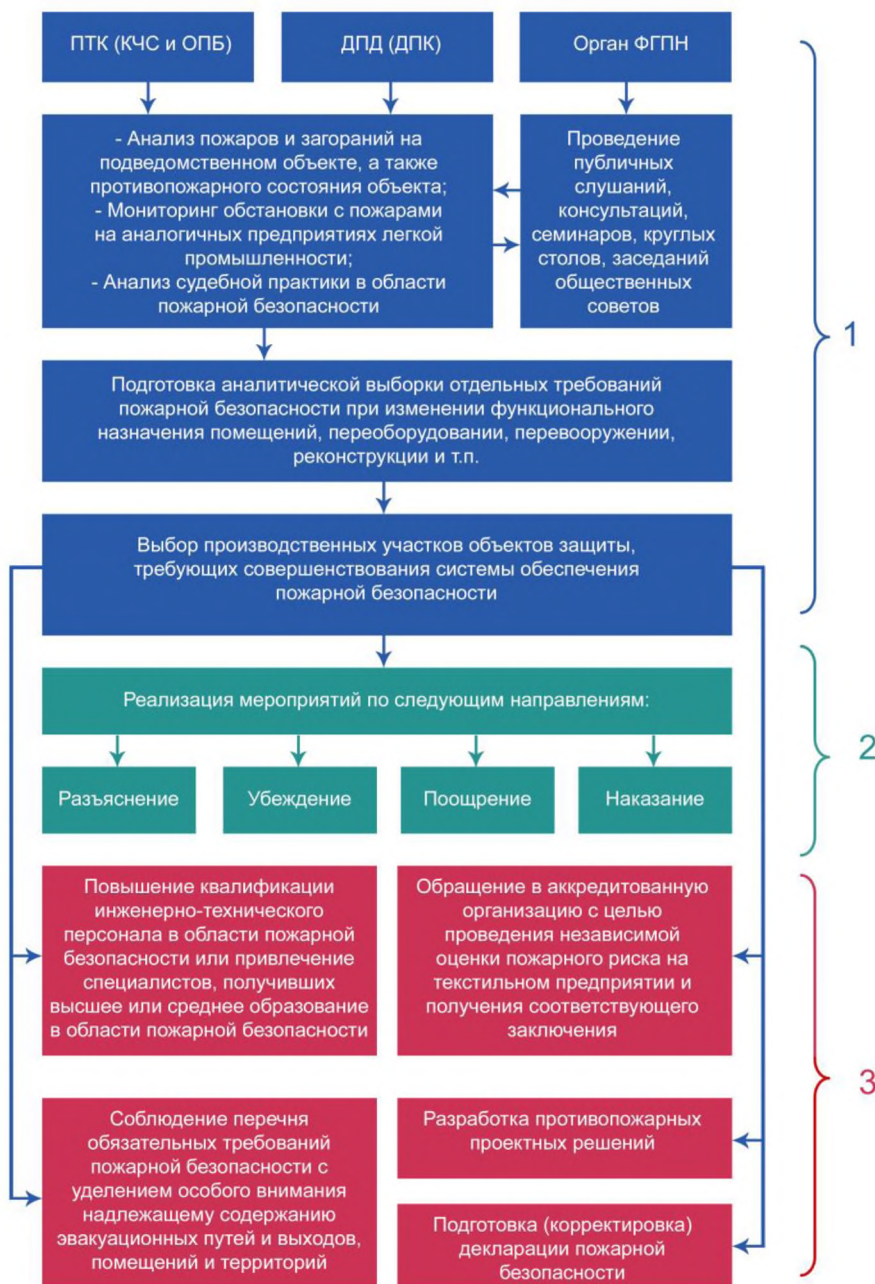


Рис. 2. Модель внедрения риск-ориентированного подхода при организации проверок обеспечения пожарной безопасности текстильных предприятий

Представленная модель состоит из трех компонентов, которые на рисунке выделены фигурными скобками и обозначены цифрами. Цифрой 1 обозначен аналитический компонент, который подразумевает совершенствование противопожарной защиты текстильного предприятия на основе аналитической работы.

Под цифрой 2 обозначен эмоционально-пропагандистский компонент, подразумевающий разъяснение, убеждение, поощрение и наказание. Разъяснение предполагает проведение консультирования по вопросу применения требований пожарной безопасности работниками; выступление на собраниях с лекциями; прием зачетов на знание и умение использовать первичные средства пожаротушения. Убеждение работников проводится в рамках диспутов. При этом могут быть использованы элементы самопродуцируемого убеждения в социальной рекламе. Также для убеждения необходимо привлечение лидеров общественного мнения (ветеранов текстильной промышленности, победителей конкурсов).

Поощрение победителей конкурсов предполагает награждение почетными грамотами; вручение наград; вручение ценных подарков; перечисление денежной премии. Наказание виновных в нарушении требований пожарной безопасности может носить следующий характер в зависимости от степени тяжести проступка: заслушивание на ПТК или КЧС и ОПБ с применением мер дисциплинарного характера; лишение премиальных выплат; обращение в органы ФГПН для привлечения к административной ответственности; обращение в правоохранительные органы для привлечения к уголовной ответственности; обращение в суд для привлечения к гражданской ответственности за причиненный ущерб.

Цифрой 3 на рис. 2 обозначен содержательный компонент модели внедрения риск-ориентированного подхода при обеспечении пожарной безопасности текстильных предпри-

ятий. Данный компонент подразумевает применение типовых способов обеспечения пожарной безопасности объекта текстильной промышленности, либо разработку адресных мер обеспечения пожарной безопасности.

В заключении отметим, что текстильное производство, как и сто лет назад, не исключает возможности возникновения пожаров и загораний. Их причины обусловлены особенностями технологических процессов и производственного оборудования, а специфика производства связана с повышенной пожарной опасностью в подготовительных, ткацких и отделочных цехах. Внедрение современных технических систем противопожарной защиты предприятий не всегда является гарантом обеспечения достаточного уровня защищенности объекта. Для устойчивого функционирования и повышения пожарной безопасности в текстильной промышленности необходимо осуществлять комплексную целенаправленную работу, координируя социальное взаимодействие контрольно-надзорных органов МЧС России и общественности. В этой связи предлагаемая модель внедрения риск-ориентированного подхода при организации проверок обеспечения пожарной безопасности текстильных предприятий позволяет предупредить пожары на данных объектах в современных условиях. Описанное партнерское отношение к предпринимателям текстильной промышленности способствует развитию прозрачности и понятности мер пожарной безопасности. На наш взгляд, дальнейшими направлениями работы по профилактике пожаров на текстильных предприятиях могут быть разработка методического обеспечения и проведение соответствующих тренингов для представителей общественности в целях организации комплексной деятельности по настоящему убеждению собственников и персонала этих объектов в необходимости принятия противопожарных мер.

Список литературы

1. Колмыкова О.Н., Румянцев Е.К., Хмельков А.Б. Перспективы развития рынка легкой промышленности на примере Тамбовской области // Социально-экономические явления и процессы. 2015. № 11. Т. 10. С. 49–54.
2. Акционерное страхование от огня в России 1827–1910 гг. Спб.: Издание тарифного отдела акционерных страховых обществ, 1912.
3. В Тольятти в здании бывшей трикотажной фабрики произошел крупный пожар. URL: <https://tt.ru/incident/v-tolyatti-v-zdani-byvshej-trikotazhnoj-fabriki-proizoshel-krupnyj-pozhar-foto/1980944/> (дата обращения 09.08.2017).
4. В городе Наволоки горит цех по произ-

References

1. Kolmykova O.N., Rumyanцев E.K., Hmel'kov A.B. Perspektivy razvitiya rynka legkoj promyshlennosti na primere Tambovskoj oblasti [Prospects of development of the light industry market on the example of the Tambov region]. *Social'no-ehkonomicheskie yavleniya i process*, 2015, issue 11, vol. 10, pp. 49–54.
2. *Akcionernoe strahovanie ot ognya v Rossii 1827–1910 gg.* [Joint-stock fire insurance in Russia 1827–1910]. Spb.: Izdanie tarifnogo otdela akcionernyh strahovyh obshchestv, 1912.
3. V Tol'yatti v zdanii byvshej trikotazhnoj fabriki proizoshel krupnyj pozhar [In Tolyatti in the building of the former knitting factory there was a large fire].

водству текстильной продукции ООО «Навтекс». URL: <http://37.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/5558635/> (дата обращения 09.08.2017).

5. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года. URL: http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (дата обращения 07.08.2017).

6. Сусоева И.В., Букалов Г.К. Оценка пожарной опасности технологического процесса получения хлопчатобумажной пряжи путем анализа дисперсности пыли // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5 (358). С. 206–211.

7. Piccinini N. Dust explosion in a wool factory. *Fire Safety Journal*, 2008, issueume 43, Issue 3, pp. 189–204.

8. Махов Н.М., Торопова М.В., Махов О.Н. О причинах пожаров в текстильной отрасли // Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны, Иваново, 24–25 ноября 2016 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 277–278.

9. Серов В.В., Лазарев А.А. Алгоритм принятия управленческого решения для снятия (снижения) административной нагрузки на малый (средний) бизнес // Научный поиск. 2015. – № 2.4. С.79–80.

10. Шадрунов Р.А., Лазарев А.А., Мочалов А.М. Изменения, возникшие в процессе осуществления деятельности надзорных органов МЧС России в связи с вступлением в силу постановления Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» // Современные проблемы надзорной деятельности МЧС России: сборник материалов межвузовского научно-практического семинара, Иваново, 22 декабря 2016 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 63–66.

URL: <https://tit.ru/incident/v-tolyatti-v-zdanih-byvshej-trikotazhnoj-fabriki-proizoshel-krupnyj-pozhar-foto/1980944/> (data obrashcheniya 09.08.2017).

4. V gorode Naissueoki gorit cekh po proizvodstvu tekstil'noj produkcii ООО «Navteks» [В городе Наволоки горит цех по производству текстильной продукции ООО «Навтекс»]. URL: <http://37.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/5558635/> (data obrashcheniya 09.08.2017).

5. Strategiya razvitiya legkoj promyshlennosti v Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda [Strategy of development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025]. URL: http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (data obrashcheniya 07.08.2017).

6. Susoeva I.V., Bukalov G.K. Ocenka pozharnoj opasnosti tekhnologicheskogo processa polucheniya hlochatobumazhnoj pryazhi putem analiza dispersnosti pyli [Fire hazard assessment of the process of obtaining cotton yarn by analyzing the dispersion of dust]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*, 2015, issue № 5 (358), pp. 206–211.

7. Piccinini N. Dust explosion in a wool factory. *Fire Safety Journal*, 2008, issueume 43, Issue 3, pp. 189–204.

8. Mahov N.M., Toropova M.V., Mahov O.N. O prichinah pozharov v tekstil'noj otrasli [The causes of fires in the textile industry]. *Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost'. Sbornik materialov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj Godu pozharnoj ohrany, Ivanovo, 24–25 noyabrya 2016 g.* Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2016, pp. 277–278.

9. Serov V.V., Lazarev A.A. Algoritm prinyatiya upravlencheskogo resheniya dlya snyatiya (snizheniya) administrativnoj nagruzki na malyj (srednij) biznes [Management decision-making algorithm to remove (reduce) the administrative burden on small (medium) business]. *Nauchnyj poisk*, 2015, issue 2.4, pp. 79–80.

10. SHadrunov R.A., Lazarev A.A., Mochalov A.M. Izmeneniya, vznikshie v processe osushchestvleniya deyatel'nosti nadzornyh organov MCHS Rossii v svyazi s vstupleniem v silu postanovleniya Pravitel'stva RF ot 17.08.2016 № 806 «O primenenii risk-orientirovannogo podhoda pri organizacii ot del'nyh vidov gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) i vnesenii izmenenij v nekotorye акты Pravitel'stva Rossijskoj Federacii» [Changes that have arisen in the process of implementation of the activities of Supervisory bodies of EMERCOM of Russia in connection with the entry into force of the RF Government decree of 17.08.2016 № 806 " on the use of risk-based approach in the organization of certain types of state control (supervision) and amendments to some acts of the Government of the Russian Federation». *Sovremennye problemy nadzornoj deyatel'nosti MCHS Rossii: sbornik materialov mezhvuzovskogo nauchno-prakticheskogo seminara, Ivanovo, 22 dekabrya 2016 g.* Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017, pp. 63–66.

Торопова Марина Владиевна

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, доцент

E-mail: mators@mail.ru

Toropova Maria Vladievna

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Polytechnical University»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of Technical Sciences, Associate Professor

E-mail: mators@mail.ru

Лазарев Александр Александрович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: kgn@edufire37.ru

Lazarev Aleksandr Aleksandrovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State
Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of
Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

E-mail: kgn@edufire37.ru

Мочалов Антон Михайлович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
преподаватель

E-mail: anton.mochalov.93@mail.ru

Mochalov Anton Mikhailovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State
Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of
Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

teacher

E-mail: anton.mochalov.93@mail.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

К рассмотрению принимаются рукописи в электронном формате документа MicrosoftWord (*.doc, *.docx). Файлы высылаются по адресу: journal@edufire37.ru

Статьи должны полностью соответствовать специализации журнала.

Обязательно указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

В статье указывается шифр основной специальности, по которой выполнена работа.

При направлении материалов в редакцию по электронной почте в одном письме направляются:

- файл статьи в формате MS Word;
- внешняя рецензия, заверенная в установленном в организации порядке (рецензенты и авторы статей не должны находиться в должностных отношениях);
- сканированная копия сопроводительного письма.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ СТАТЕЙ

Обязательные элементы рукописи:

УДК, аннотация, ключевые слова, текст статьи.

Аннотация должна иметь объем 150–200 слов, а её содержание – отражать структуру статьи.

Минимальный объем ключевых слов – 5. Ключевые слова отделяются друг от друга точкой с запятой.

В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

Структура размещения статьи в журнале:

- Блок 1 – на русском языке: УДК; название статьи; автор(ы); адресные данные авторов (полное юридическое название организации, адрес организации, адрес электронной почты всех или одного автора); аннотация; ключевые слова;
- Блок 2 – транслитерация и перевод на английский язык соответствующих данных Блока 1 в той же последовательности: название статьи – на английском языке; авторы – на латинице (транслитерация); название организации, адрес организации, аннотация, ключевые слова – на английском языке;
- Блок 3 – полный текст статьи на языке оригинала (русском), оформленный в соответствии с действующими требованиями Журнала;
- Блок 4 – список литературы на русском языке (название «Список литературы»);
- Блок 5 – список литературы в романском алфавите (название References). Если список литературы состоит только из англоязычных источников, то Блок 5 может отсутствовать.
- Блок 6 – сведения об авторах на русском и английском языках.

Технические требования к оформлению

Рукописи представляются в формате А4. Объем представляемых рукописей (с учетом пробелов):

- статьи – до 20 тысяч знаков;
- обзора – до 60 тысяч знаков;
- краткого сообщения – до 10 тысяч знаков.

Оформление текста статьи:

- для набора используется шрифт Arial, размер шрифта – 10;
- отступ первой строки абзаца 1,25 см;
- все поля 2 см;
- все аббревиатуры и сокращения должны быть расшифрованы при первом использовании;
- недопустимо использование расставленных вручную переносов.

Оформление формул, рисунков и таблиц:

• формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 или Math Type 5.0-6.0 Equation (шрифт Arial), размер шрифта – 10. Пояснения к формулам (экспликации) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки). Формулы нумеруют в круглых скобках по правому краю страницы;

- в тексте статьи обязательно должны содержаться ссылки на таблицы, рисунки, графики;
- графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них.

Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). 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. Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются. Рисунки обяза-

тельно должны быть сгруппированы (т.е. не должны «разваливаться» при перемещении и форматировании);

- подрисуночные подписи размещаются по центру;
- названия рисунков даются под ними после слова «Рис.» с порядковым номером. Слово «Рис.» с порядковым номером пишется полужирно, название рисунка – с прописной буквы, обычным шрифтом: **Рис. 1.** Отдельные элементы дымопроницаемой мембраны в сложенном состоянии;
- если рисунок в тексте один, номер не ставится: **Рисунок.** Статистика пожаров, произошедших на различных объектах;
- 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;
- ссылки в тексте на таблицы пишутся: «табл.», «табл. 1»;
- слово «Таблица» с порядковым номером и названием размещается по центру. Слово «Таблица» набирается курсивом, название таблицы выделяется полужирно: **Таблица 1. Экспериментальные данные по допустимым срокам непрерывной продолжительности работы в изолирующих термоагрессивостойких костюмах для пожарных;**
- единственная в статье таблица не нумеруется: **Таблица. Анализ оборудования для подачи воздушно-механической пены;**
- по возможности следует избегать использования рисунков и таблиц, размер которых требует альбомной ориентации страницы;
- поворот рисунков и таблиц в вертикальную ориентацию недопустим;
- текст статьи не должен заканчиваться таблицей, рисунком или формулой.

Правила оформления списка литературы

После текста статьи приводится список литературы, оформленный в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Источники указываются в порядке цитирования в тексте. На все источники из списка литературы должны быть ссылки в тексте.

В список литературы включаются только научные и приравненные к ним публикации (статьи, монографии, учебные издания, патенты на изобретения, авторские свидетельства). Ссылки на нормативные документы (законы, постановления, стандарты) должны оформляться как подстрочные сноски.

В статье должны быть представлены два варианта списка использованной литературы:

- список на русском языке;
- список в романском алфавите (References).

Для изданий на русском языке:

- для книжных изданий на русском языке обязательная транслитерация оригинального названия и перевод названия на английский язык (в квадратных скобках);
- для журнальных статей на русском языке допускается 2 варианта описания – полный и сокращенный. В полном варианте обязательная транслитерация оригинального названия статьи и её перевод на английский язык (в квадратных скобках). В сокращенном варианте транслитерация и перевод статьи опускаются.

Для изданий на английском языке:

- для книжных изданий на английском языке транслитерация не производится;
- для журнальных статей на английском языке транслитерация не производится;
- тире, а также символ // в описании на английском языке не используются.

Для изданий в переводной версии российского журнала:

- приводится только англоязычное название статьи;
- перечисляются все авторы материала через запятую. Фамилия и инициалы транслитерируются. Инициалы от фамилии запятой не отделяются.

В References при переводе статьи на английский названия изданий и журналов не переводятся, используется транслитерация.

Если есть, обязательно указывается DOI.

Материалы предоставляются по адресу:
Россия, 153040, Ивановская область, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Редакция журнала «Современные проблемы гражданской защиты»,
тел.: (4932) 34-38-18; e-mail: journal@edufire37.ru