

ISSN 2658-6223



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»

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

FEDERAL STATE BUDGET
EDUCATIONAL ESTABLISHMENT OF HIGHER EDUCATION
«IVANOVO FIRE RESCUE ACADEMY OF STATE FIREFIGHTING SERVICE
OF MINISTRY OF RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE,
EMERGENCIES AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS»

3(36)/2020

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

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»

№ 3 (36), 2020



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).

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.

Перепечатка 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)

Румянцова 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)

Телеченко 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)

Технический редактор: *Шмелева Юлия Владимировна*

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

Подписано в печать 11.09.2020 г. Усл. печ. л. 18,6. Тираж 100 экз. Заказ №76.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-73129 от 22.06.2018

(Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Адрес редакции (издателя): 153040, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33.

Тел.: (4932) 34-38-18; e-mail: journal@edufire37.ru

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

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

Горина С. В., Закинчак А. И. Вопросы организации практико-ориентированного образовательного процесса в учебных заведениях МЧС России 5
Gorinova S. V., Zakinchak A. I. Issues of organization of practice-oriented educational process in educational institutions of the Ministry of Emergency situations of Russia 5

Карпов С. Ю., Прус Ю. В. Ранжирование альтернатив и алгоритм выбора очередности выезда дознавателя на место пожара 16
Karpov S. Yu., Pruss Yu. V. Ranking of alternatives and algorithm for choosing the order of departure of the investigator to the fire site 16

Лапшин С. С. Разработка базы данных информационно-аналитической системы поддержки деятельности должностных лиц органов государственного пожарного надзора 26
Lapshin S. S. Development of the database of the information and analytical system to support the activities of officers of the state fire supervision bodies 26

Таратанов Н. А., Лапшин С. С., Коноваленко Е. П., Мочалов А. М. Опыт применения средств интерактивного обучения на практических занятиях по дисциплинам Учебно-научного комплекса «Государственный надзор» 33
Taratanov N. A., Lapshin S. S., Konovalenko E. P., Mochalov A. M. Experience of application of interactive learning means in practical lessons on disciplines of Educational Scientific Complex «State supervision» 33

Фроленков С. В. Модель влияния факторов на боевое развертывание сил и средств пожарных подразделений 41
Frolenkov S. V. Model the influence of factors on combat deployment forces and means of fire departments 41

Топольский Н. Г., Тараканов Д. В., Степанов Е. В., Багажков И. В. Пространственная модель управления действиями поисково-спасательных подразделений при пожарах и задымлении 47
Topolskiy N. G., Tarakanov D. V., Stepanov E. V., Bagazhkov I. V. Spatial model for managing the actions of search and rescue units during fires and smoke 47

Шалявин Д. Н., Тараканов Д. В., Гринченко Б. Б. Алгоритм информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде на объектах энергетики 53
Shaliavin D. N., Tarakanov D. V., Grinchenko B. B. Safety management information support algorithm participants of fire extinguishing while working in an unsuitable for breathing environment on energy objects 53

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

Боровкова Н. В., Медведева М. В., Шумилов М. Е. Экологическая безопасность как фактор социально-экономического развития 62
Borovkova N. V., Medvedeva M. V., Shumilov M. E. Environmental safety as a factor socio-economic development 62

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

- Бороздин С. А., Гитцович Г. А., Ветров В. В., Морозов С. С.** Эффективность огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины 70
Borozdin S. A., Gittcovich G. A., Vetrov V. V., Morozov S. S. Efficiency of fire-protective compositions at application of them to various breeds of wood 70
- Комельков В. А., Наумов А. Г., Винокуров М. В., Колбашов М. А.** Влияние микродоз масла И-20А на эффективность ионизированной воздушной СОТС при обработке оросителей установок пожаротушения тонкораспыленной водой 77
Komel'kov V. A., Naumov A. G., Vינוקורov M. V., Kolbashov M. A. The influence of microdosis of I-20A oil on the efficiency of ionized air cottage during the treatment of spraying agents of fire-fighting units with fine-sprayed water 77
- Костяев А. А., Краснов И. А., Кичайкин В. В., Ниткин А. Н., Чумаков Е. С., Баранова Д. С.** Разработка multifункционального комплекса подготовки пожарных и спасателей по ведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях 83
Kostyaev A. A., Krasnov I. A., Kichaykin V. V., Nitkin A. N., Chumakov E. S., Baranova D. S. Development of a multifunctional complex for training firefighters and rescuers to conduct emergency rescue operations in road accidents 83
- Новичкова Н. Ю.** Обеспечение пожарной безопасности в театральном зрелищном здании сквозь призму исторического опыта 94
Novichkova N. Yu. Ensuring fire safety in theater and entertainment buildings through the prism of historical experience 94
- Присадков В. И., Ушаков Д. В., Абашкин А. А., Мусласова С. В., Присадков К. В.** Возможности гармонизации требований Федеральных законов от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» и от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (на примере объектов религиозного назначения) 99
Prisadkov V. I., Ushakov D. V., Abashkin A. A., Muslakova S. V., Prisadkov K. V. Opportunities for harmonization of Federal law requirements from 25.06.2002 № 73-FL «About objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation» and from 22.07.2008 № 123-FL «Technical regulations on fire safety requirements» (on the example of religious objects) 99
- Сырбу С. А., Азовцев А. Г.** Скорость коррозии стали марки «Сталь 3» в паровоздушной среде прямогонного бензина при различных концентрациях сероводорода 110
Syrbu S. A., Azovtsev A. G. Corrosion rate of steel grade «Steel 3» in steam-air medium of straight gasoline at different concentrations of hydrogen sulfur 110
- Сырбу С. А., Федоринов А. С., Салихова А. Х.** Сшивающие агенты для огнезащитных композиций на основе азотно-фосфорных антипиренов 115
Syrbu S. A., Fedorinov A. S., Salikhova A. H. Cross-linking agents for fire-protective compositions based on nitrogen-phosphoric antipyrène 115
- Федосов С. В., Ватин Н. И., Лазарев А. А., Торопова М. В., Маличенко В. Г.** Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» 125
Fedosov S. V., Vatin N. I., Lazarev A. A., Toropova M. V., Malichenko V. G. Fire control of neighboring buildings with smart home sensors 125
- Харламов Р. И., Семенов А. Д., Сараев И. В.** Дополнительное устройство для повышения функциональных возможностей ручных пожарных стволов РС-50 (РС-70) 136
Kharlamov R. I., Semenov A. D., Saraev I. V. Additional device for increasing the functionality of manual fire trunk RS-50 (RS-70) 136
- Шныпарков А. В., Копытков В. В.** Результаты испытаний боевой одежды пожарных после трехлетней эксплуатации 142
Shnyparkov A. V., Kopytkov V. V. Results of tests of fire combat clothing after three years of operation 142

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

УДК 378.146:65.012.74

**ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС РОССИИ**

С. В. ГОРИНОВА, А. И. ЗАКИНЧАК

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: s.v.gorinova@mail.ru, zakinchak@mail.ru

В статье рассматриваются современные проблемы, возникающие в образовательных организациях пожарно-технического профиля при построении практико-ориентированного учебно-воспитательного процесса. Вызовы, которые возникли в последнее время перед системой обеспечения безопасности Российской Федерации, требуют своевременных и высокоэффективных ответов со стороны общества. В этой связи можно говорить о том, что проблемы развития образовательных учреждений пожарно-технического профиля не менее многогранны. Динамичное развитие сферы высшего образования является гарантией поступательного экономического и социального развития страны. Содержание и технологии образовательного процесса должны соответствовать современным требованиям общества и экономики, а механизмы перераспределения экономических ресурсов и государственного управленческого воздействия - создавать благоприятные условия для развития системы высшего образования.

Ключевые слова: образовательный процесс, специалисты пожарно-технического профиля, компетентностный подход, практико-ориентированное обучение.

**ISSUES OF ORGANIZATION OF PRACTICE-ORIENTED
EDUCATIONAL PROCESS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS
OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA**

S. V. GORINOVA, A. I. ZAKINCHAK

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: s.v.gorinova@mail.ru, zakinchak@mail.ru

The article deals with modern problems arising in educational organizations of fire-technical profile in the construction of practice-oriented educational process. The challenges that have recently arisen before the security system of the Russian Federation require timely and highly effective responses from society. In this regard, we can say that the problems of development of educational institutions of fire-technical profile are no less multifaceted. The dynamic development of the educational sphere is the key to the progressive economic and social development of the country. The content and technology of education must meet the requirements of modern society and the economy, the mechanisms of financing and public administration

Key words: The educational process, specialists of fire and technical profile, competency-based approach, practice-oriented training.

В настоящее время перед образовательными учреждениями пожарно-технического профиля стоит важная задача подготовки квалифицированного специалиста по выбранному направлению, формирование у этого специалиста информационного базиса компетенций, который бы позволил ему оперативно осваивать новые направления деятельности и эффективно применять современные технологии для решения комплексных задач. Переход к компетентностной образовательной модели выявил ряд противоречий, заключающихся в несоответствии между требованиями профессиональных стандартов и федеральных государственных образовательных стандартов. Кроме того отмечается снижение как психологического, так и физического развития абитуриентов, уровня первоначальной подготовки, что не соответствует объективной необходимости развития (готовности к саморазвитию) и стереотипам организации учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях МЧС России. Актуальный характер данной проблемы усиливается, так как продолжает расти поток информации как во внутренней, так и во внешней среде организации.

Целью проведенного исследования являлось развитие практико-ориентированной образовательной среды, обеспечивающей формирование и непрерывную реализацию востребованных работодателями профессиональных компетенций.

Современный рынок услуг в сфере образования и обучения насыщен образовательными продуктами. При этом, рассматривая направления, представленные образовательной продукцией в сфере пожарной безопасности, можно заметить, что по-прежнему сохраняется ведущая роль образовательных учреждений пожарно-технического профиля в получении будущими специалистами знаний и навыков, определяющих кадровый потенциал МЧС России. Несмотря на специфику реализации образовательного процесса, в каждом учебном заведении, профессиональная подготовка выстроена таким образом, что обучение, воспитание, а также развитие личности происходит в ходе организованных учебно-воспитательных, учебно-познавательных мероприятий совместно с самообразованием личности, что обеспечивает усвоение знаний, навыков, а также умений на уровне как минимум не ниже государственного образовательного стандарта. Таким образом, образовательный процесс представляет собой управляемое познание, усвоение общественно-исторического опыта, воспроизведение, овладение той или другой конкретной деятельно-

стью, лежащей в основе формирования личности [1].

Образование развивается под воздействием экономических, идеологических, общественных и иных противоречивых тенденций. Отсюда возникает большое разнообразие определений, формулировок целей, содержания учебных программ, немалое количество подходов к проверке качества образования обучения.

Результатами учебного процесса, как отмечается в Российской педагогической энциклопедии, являются [2]:

- системность знаний учащихся;
- точность исполнения предусмотренных программой способов учебной деятельности, а также способов познания и самообразования;
- готовность к творческому применению знаний и умений;
- сформированность ценностного отношения к учебному материалу;
- готовность и устремленность к самореализации;
- трудовая, умственная, нравственная и эстетическая воспитанность;
- сформированность системы ценностей, социальная активность.

Эти результаты составляют базис, основу будущей профессиональной компетентности. Эти начала позволяют человеку выбрать сферу приложения своих умственных и физических способностей, определить траекторию профессионального становления и роста. Будем рассматривать процесс формирования грамотного высококвалифицированного специалиста как компетентностную профессионализацию. Процессный подход к управлению профессионально-ориентированной образовательной средой следует признать наиболее эффективным. Он позволяет добиваться высокой адаптивности образовательных организаций к высокой динамике конъюнктуры спроса на выпускников и возрастающей конкуренции на рынке образовательных услуг. При этом реинжиниринг внутренних процессов является одним из обязательных условий развития системы управления. Реинжиниринг открывает возможности повышения эффективности деятельности не только самой организации, но и всей социально-экономической системы.

Проблема оценивания эффективности образовательного процесса может быть представлена в нескольких аспектах. С одной стороны, государственная образовательная система устанавливает критерии соответствия образовательных учреждений требованиям образовательных стандартов (аккредитацион-

ные показатели), с другой стороны система аттестационных мероприятий различного уровня внутри образовательного учреждения устанавливает критерии оценки уровня освоения компетенций каждым обучающимся (фонды оценочных средств) и, наконец, потребители образовательных услуг косвенно оценивают их качество, отдавая предпочтение тем или иным образовательным программам и учреждениям, реализующим их. Именно последний аспект и является наиболее значимым. В связи с этим вполне понятен очередной ход образовательной реформы, предполагающий приоритет профессиональных стандартов над образовательными. Именно оценка соответствия ваканта требованиям соответствующего профессионального стандарта будет предшествовать найму. Наличие двух стандартов по отношению к оценочной системе создаст новые условия функционирования системы профессионального образования. Возникает новая задача – обеспечить обучающимся такой набор компетенций, который будет максимально приближен к требованиям работодателя (инициировавшего профессиональную стандартизацию) в отношении вакантной должности.

Как утверждают ученые-педагоги [3], на эффективность образовательного процесса оказывает влияние ряд условий, определяющими из которых являются материально-техническая база; планирующая документация образовательного учреждения; программы и методические материалы преподаваемых дисциплин; грамотное управление учебным процессом; соответствующий уровень квалификации преподавателя и его личностные качества. Эффективность образовательного процесса напрямую зависит от его качества, которое определяется, в том числе и социальной эффективностью, что позволяет, в конечном итоге, создать приемлемый уровень жизни, необходимые рабочие места и т. д. Кроме того, социальный эффект реализуется через оказание необходимых образовательных услуг в приемлемых и конкретных условиях.

Стоит отметить неоднозначность понятий «образовательная услуга» и «потребитель образовательных услуг». Перевод профессионального образования на коммерческую основу делает акцент не на процесс, а на результат образования. Именно этот результат и становится предметом купли-продажи. Потребители образовательной услуги – это те лица, которые готовы платить за её качественное предоставление. Выделим две крупные группы – это физические и юридические лица. Физические лица могут быть представлены как самими обучающимися, так и их попечителями (родителя-

ми, опекунами, спонсорами). Эта группа предвзительно заключает договор на предоставление услуг, выдвигает свои требования к результату профессионального образования непосредственно в процессе предоставления услуг. В этом случае эффективность проявляется итогами трудоустройства и скоростью профессионального роста выпускника. Вторая группа потребителей образовательных услуг представлена юридическими лицами, которые непосредственно или опосредованно заказывают услуги, направляя на обучение конкретных абитуриентов либо предоставляя бюджетные места для конкурсного набора среди ограниченного круга претендентов. Как правило, качество оценивается по результатам трудоустройства и первого года трудовой деятельности выпускника. Кроме того, заказчик, направляющий конкретных абитуриентов, и сам участвует в процессе исполнения услуг, предоставляя базы для практической реализации освоенных обучающимися знаний, умений и навыков на будущем рабочем месте, то есть реализует партнерские отношения. Таким образом, первая группа потребителей предпочитает видеть качество образовательного процесса на всех его этапах, а вторая группа ожидает высокий окончательный образовательный результат. С переходом на компетентностную модель обучения вопрос оценивания образовательного процесса и образовательного результата становится обязательным для решения как на микро-, так и на макро-уровне.

Для того чтобы обеспечить высокий уровень эффективности образовательного процесса, необходимо контролировать его качество не только по внутренним стандартам образовательной организации, но и по стандартам отраслевым в той сфере, которая будет потреблять результаты обучения. Более того, повышение качества образовательной и хозяйственной деятельности должно стать одной из ключевых задач, решаемых в ходе процесса модернизации и развития образовательных учреждений.

В научной педагогической литературе различают понятия «качество образования» в широком и узком смысле. В широком смысле – это система организованных, социально значимых сущностных свойств (характеристик, параметров) образования (как результата, как процесса, как образовательной системы). В узком смысле «качество образования» есть качество подготовки специалистов, которое понимается как совокупность наиболее значимых общих и профессиональных компетенций выпускника образовательного учреждения, их устойчивое взаимосвязанное соотношение, которое определяет его способность удовле-

творять общественные и личные потребности в определенной профессиональной деятельности [4].

Качество образовательной деятельности характеризуется различными составляющими, включающими такие понятия как:

- следование государственному стандарту высшего профессионального образования и качество его реализации;
- качество профессионально-преподавательского состава образовательного учреждения;
- качество организации процесса обучения;
- качество методического обеспечения учебного процесса;
- качество субъектов обучения.

Принято выделять внешнюю и внутреннюю системы оценки качества образования.

Внешняя система оценки качества образования представлена государственными институтами лицензирования, аттестации и аккредитации учебных заведений и сертификации определенных компонентов профессионального образования. Здесь критериями оценивания являются роль профессорско-преподавательского состава в вузе, наличие научного подхода к разработке рабочих учебных планов и программ дисциплин; степень обеспечения вузами возможности для самостоятельной работы обучающихся; степень внедрения информационных технологий в образовательный процесс; финансовая состоятельность образовательных учреждений.

Кроме того, внешняя оценка может проводиться общественными институтами аккредитации на базе различных научно-педагогических и научных ассоциаций и объединений.

Внутренняя система оценки качества образования организуется в образовательных учреждениях в формах итоговой и поэтапной аттестации (самоаттестации) обучаемых, систем оценки абитуриентов, систем психодиагностики и социодиагностики в учебных заведениях, а также в системах самооценки и самоаттестации учебных заведений и их подразделений.

Ежегодно образовательные учреждения пожарно-технического профиля проводят анализ реализации выпускниками наиболее значимых профессиональных компетенций, по прошествии одного года их службы, на основе анкет, ежегодно присылаемых по запросу руководства образовательных учреждений комплекующими органами МЧС России. Результаты этого анализа дают необходимую информацию для корректирова-

ния учебно-воспитательного процесса. Учебный процесс в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля является важной частью становления будущих специалистов пожарного дела. В зависимости от того, насколько грамотно будет сформирован процесс обучения, будет зависеть качество выпускающихся кадров. Кроме того, ежегодно проводится корректировка нормативно-правовой базы, совершенствуются методические материалы, по которым проводится обучение.

В системе подготовки специалистов пожарно-технического профиля потребителем образовательных услуг является государство, от лица которого выступают комплекующие органы. При этом предусматривается их обязательное участие в подготовке обучающихся ведомственных образовательных учреждений путем привлечения в период формирования основных профессиональных образовательных программ в качестве рецензентов, при организации учебных занятий и практик. Таким образом, партнерство между образовательным учреждением и работодателем в подготовке специалистов является важнейшим условием образовательного процесса. Однако остается ряд нерешенных проблем, в частности:

1. Низкая мотивация работодателя к эффективному взаимодействию с образовательными учреждениями.
2. Недостаточный организационно-методический уровень привлечения работодателей к подготовке обучающихся.
3. Низкая эффективность контроля качества образования со стороны работодателя в процессе обучения.
4. Недостаточно проработанное сотрудничество в развитии компетенции опытных сотрудников и работников

Анализ проблем формирования практических компетенций обучающихся показал необходимость объединения возникающих проблем в группы по различным признакам [5,6]. Определим данные проблемы в зависимости от источника их возникновения:

- проблемы первого уровня связаны с организацией работы системы образования в целом (низкое качество разрабатываемых образовательных программ, плохое финансирование и т.д.);
- проблемы второго уровня возникают внутри образовательных учреждений (низкий уровень квалификации профессорско-преподавательского состава, нарушение организации учебного процесса, плохая материальная база и т.д.);

– проблемы третьего уровня возникают у обучающегося в процессе подготовки (отсутствие мотивации, низкий уровень адаптируемости к изменяющимся условиям (особенно важно в военизированных вузах), загруженность другими видами работ и т.д.).

Каждая из возникающих проблем проецируется на нижестоящий уровень и, в конечном счете, ложится в какой-то степени на обучающегося. Главная задача образовательного учреждения в этой ситуации минимизировать влияние возникшей проблемы на обучающегося или разрешить ее полностью. Образовательное учреждение в данном случае выступает как основное регулирующее звено. Поэтому очень важно, чтобы образовательное учреждение не только контролировало и регулировало проблемные процессы, но и не допускало возникновение новых.

Решение этих проблем будет влиять на качество образования. На наш взгляд их корни кроются в сложившихся подходах к образовательной среде. Традиционно система профессионального образования довольно самостоятельна, на протяжении последних десятилетий формировалась ее самостоятельность. Лишь в последнее время отечественная система образования претерпела кардинальные изменения под воздействием, так называемого, Болонского процесса. Отношение к этим изменениям до сих пор неоднозначно, однако благодаря ему стало уделяться большое внимание не столько объему и уровню знаний, сколько качеству сформированных в процессе обучения компетенций. Следует обратить внимание и на факторы, влияющие на реализацию профессиональных компетенций на конкретной должности. К внутренним факторам будем относить:

– требования управленческой среды, которая по своим индивидуальным характеристикам может отличаться от типичных, теоретических;

– традиции исполнения должностных обязанностей, которые продиктованы управленческой культурой и должны быть освоены в процессе становления в должности;

– мотивационный механизм, установленный в системе управления кадрами и наличие внутренней мотивации специалиста.

Внешние факторы не менее значимы, хоть и не оказывают прямого воздействия. К ним будем относить состояние организации в системе хозяйственных, социальных и экономических отношений; изменение требований профессиональных стандартов к должности; изменение нормативно-правовых основ трудовой деятельности и основ функционирования организации.

Готовность реализации своих профессиональных компетенций в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды свидетельствует о высокой эффективности образовательного процесса в организации, проводившей подготовку специалиста.

Для проведения исследований скорости адаптации к изменчивости среды необходимо разработать систему оценочных характеристик, состоящую из трех подсистем: адаптация во внешней среде, адаптация во внутренней среде и реализованность профессиональных компетенций. Для оценки адаптации во внешней среде следует оценивать скорость изменения требований к профессионалу, приток количества нормативно-правовой документации, частоту и объем контрольных мероприятий, уровень профессиональной инверсии. Оценку адаптации во внутренней среде можно оценивать скоростью внутренних управленческих процессов, изменением объемов и структуры работ, эластичностью процессов, стоимостью процессов и энтропией потоков. Реализованность профессиональных компетенций будем оценивать результативностью труда, соотношением традиционных и освоенных работ, долей нереализованных компетенций, оценкой выполнения должностных обязанностей, уровнем креативности.

Как видим, профессиональная подготовка объединяет всех участников в едином образовательном процессе. Потребитель образовательных услуг проявляет заинтересованность в качестве и результатах процесса, образовательное учреждение, предоставляющее услугу заинтересовано в максимальном удовлетворении требований потребителя с минимальным привлечением ресурсов, а обучающиеся – в приобретении профессиональных компетенций, позволяющих им быть в дальнейшем конкурентоспособными на рынке труда.

Построив компетентностную модель будущего специалиста в соответствии с требованиями заказчика, можно своевременно отслеживать и корректировать успеваемость обучающегося, ориентировать на необходимые ему компетенции и дисциплины, в зависимости от будущей должности используя современные технологии мониторинга и контроля образовательной деятельности [7]. В качестве примера можно привести электронную информационно-образовательную среду «Магеллан» (magellanius.ru) или разработку, выполненную в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России – систему тестирования знаний обучаемых «Firetest» (firetest.ru).

Постоянный мониторинг при такой системе оценки возможен лишь с использованием автоматизированных систем. Так как ручная обработка такого количества получаемой информации потребует использования значительных ресурсов.

Что касается объективности контроля, то наилучшим образом этому требованию удовлетворяет такой инструмент, как автоматизированное компьютерное тестирование, обеспечивающий высокую технологичность мониторинга. Помимо этого, не следует отказываться и от традиционных методов контроля, так как использование тестовых методов контроля излишне формализует процесс оценки и может оказать негативное влияние на качество знаний обучающихся. Наряду с тестированием наиболее объективными в соответствии с международной практикой следует считать письменные работы, а также устные экзамены. Причем для проведения таких контрольных мероприятий следует использовать задания, требующие не воспроизведения усвоенной информации (репродуктивный уровень усвоения), а направленные на моделирование проблемной ситуации и проверку способности испытуемого действовать в ней.

Интерпретация результатов мониторинга должна производиться в терминах степени достижения целей образовательной программы путем сравнения зафиксированного состояния с желаемым. Для этого определяются критерии степени достижения целей — интегральные характеристики, отражающие результаты работы обучающегося по программе в целом. В данном случае характеристиками будут выступать компетенции, а фиксированное значение уровня достижения осваиваемости компетенции будет изменяться в зависимости от ориентации выпускника на конкретную должность.

Практическая реализация системы мониторинга результатов обучения должна осуществляться на основе следующих принципов:

- непрерывность, обеспечивающая контроль в режиме реального времени;
- преемственность реализации контроля (мониторинга) на всех этапах подготовки, начиная от поступления и до анализа работы выпускника после года службы, проводится в единой системе;
- индивидуальность подхода в интересах обучающихся, поскольку система контроля должна адаптироваться к обучению по индивидуальным планам и обеспечивать возможность индивидуальных траекторий учебной работы внутри курса;
- систематичность, предполагающая, что контроль осуществляется в определенной

описанной и документированной системе, с установленной оптимальной периодичностью;

- прозрачность, связанная с тем, что критерии оценивания результатов обучения и результаты контроля описываются и доводятся до сведения всех заинтересованных сторон;
- наличие обратной связи с обучающимся, работодателям, заинтересованными лицами, образовательным учреждениям;
- четкая алгоритмизация управленческих воздействий, направленных на решение возникающих проблем в процессе подготовки обучающихся.

В соответствии с этими принципами должен быть построен практико-ориентированный образовательный процесс в учебных заведениях МЧС России. Следует обратить внимание на необходимость изменения взаимоотношений заинтересованных сторон в образовательном процессе. Представим с этой позиции образовательный процесс в контексте реинжиниринга.

Первый этап связан с выбором образовательной услуги и согласованием начальных требований к основным его характеристикам. На рис. 1 отражены требования к каждому из подпроцессов начиная с планирования траектории обучения кандидатов на поступление в образовательную организацию и завершая планированием учебного процесса. На этом этапе проявляются потребительские предпочтения в отношении образовательной услуги, осуществляется первое контрольное мероприятие, позволяющее оценить наличные компетенции будущего курсанта или студента. Второй этап нацелен на освоение и развитие базовых компетенций. Подпроцессы этого этапа представлены на рис. 2. В соответствии с выбранной траекторией обучения определяется набор общих и начальных профессиональных компетенций с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта. Работодатель привлекается на этом этапе в качестве эксперта образовательной программы и соавтора программы и фонда оценочных средств для учебных практик. В период прохождения практик (где воздействие на обучающихся осуществляется как со стороны образовательного учреждения, так и со стороны работодателя), направляя обучающегося к работодателю, образовательное учреждение обязано выдать ему задание, список отчетных документов, оценочную ведомость для входного и итогового контроля на практике. Помимо этого, работодателю необходимо отправить рекомендации о порядке организации практики и по оценке результатов прохождения практики обучающимся. В период практик особенно важны механизмы взаимодей-

ствия образовательных учреждений и работодателей, именно в этот период зачастую возникает несогласованность требований, предъявляемых к обучающемуся со стороны различных субъектов организации профессиональной подготовки. В отличие от действующей схемы,

совместные усилия образовательных учреждений и работодателя иницируются на этапе планирования и организации практик, в период сдачи промежуточных и итоговых аттестаций, а также на этапе распределения выпускников.



Рис. 1. Этап выбора и конкретизация образовательной услуги

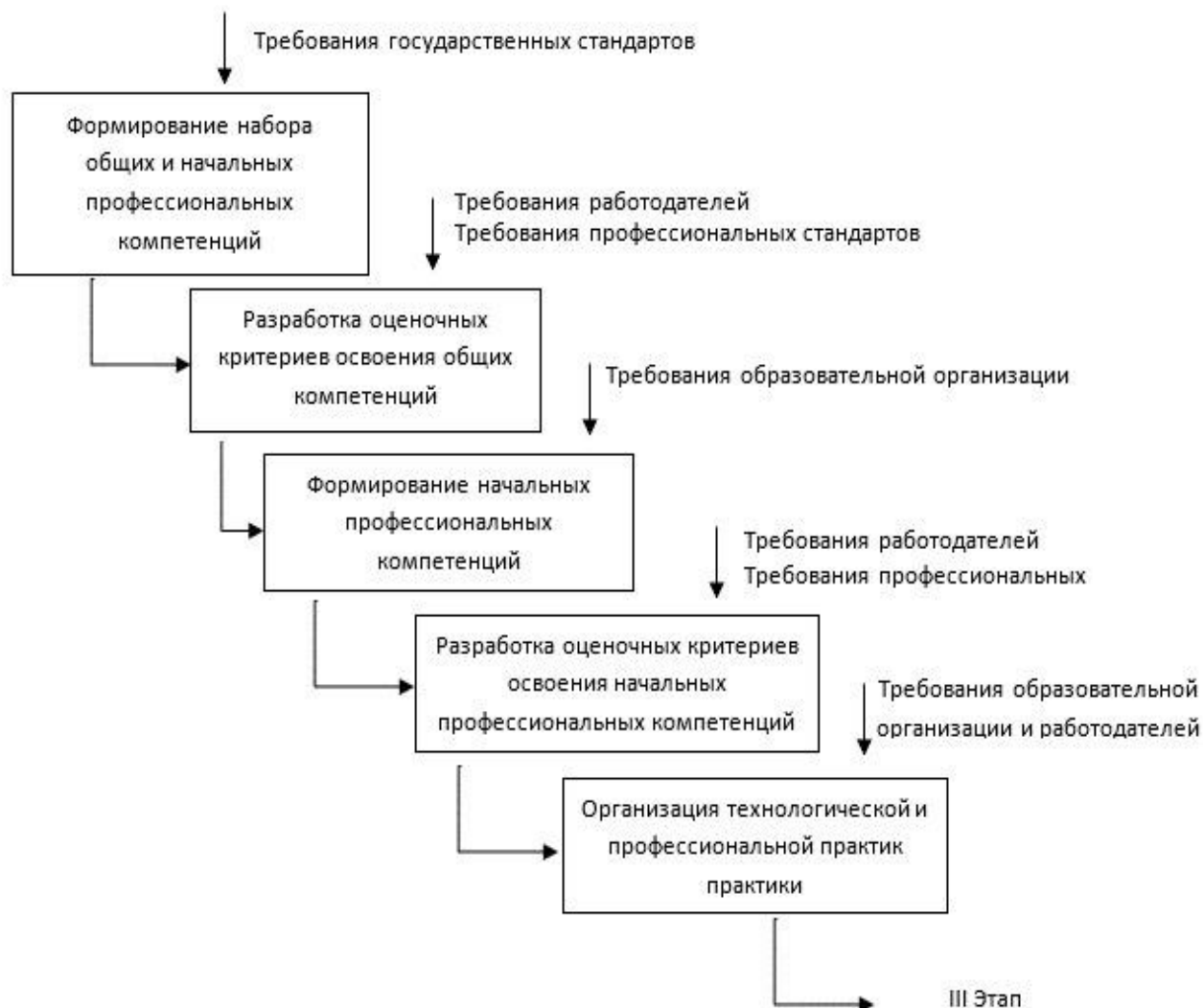


Рис. 2. Этап освоения и развития компетенций

Третий этап предполагает реализацию профессиональных возможностей, оцениваемую в ходе аттестационных мероприятий при переходе из образовательной среды в профессиональную. Эти подпроцессы можно увидеть на рис. 3. По итогам первого года службы в комплектующие органы предоставляется ведомость оценки молодого сотрудника, в которой содержатся оценки компетенций, необходимых ему при выполнении служебных обязанностей на занимаемой должности. Сущность анализа будет заключаться в сравнении показателей выпускника на момент окончания учебного заведения и тех же показателей по итогам года службы. На основании полученных результатов будет приниматься решение о корректировке образовательного процесса в зависимости от проблемных компетенций и

периода их освоения в ходе обучения. При необходимости этот этап может быть дополнен профессиональной переподготовкой в том случае, если образовательная услуга была оказана не в полном объеме или изменились требования работодателя к перечню должностных характеристик. Условия предоставления услуг по переподготовке согласуются в ходе трехсторонних переговоров.

Четвертый этап связан с профессиональным ростом специалистов. На этом этапе образовательные учреждения могут быть привлечены для реализации дополнительных образовательных программ, а так же программ магистратуры, аспирантуры или адъюнктуры. Эти процессы представлены на рис. 4.



Рис. 3. Этап реализации профессиональных возможностей



Рис. 4. Этап планирования профессионального роста

Предложенная модель взаимодействия образовательных учреждений МЧС России с комплектующими органами при подготовке управленческих кадров должна включать в себя следующие элементы:

1. Согласование требований к условиям реализации образовательной услуги;
2. Разработка оценочных критериев освоения компетенций;
3. Согласование траектории обучения лиц, направляемых на обучение;
4. Двусторонний контроль освоения компетенций в ходе проведения практик;
5. Формирование профессионального профиля выпускника при распределении выпускников на вакантные должности;
6. Поддержка выпускников в реализации профессиональных возможностей;
7. Развитие профессиональных компетенций сотрудников в образовательной среде учебных заведений МЧС России.

Резюмируя сказанное и учитывая, что современный этап развития системы высшего профессионального образования в Российской Федерации характеризуется высокой динамикой изменений, конкуренцией, ростом требований к эффективности образовательных услуг, представляется необходимым реорганизовать образовательную среду. Анализ существующих процессов выявил наличие

проблем формирования и проявления практических компетенций обучающихся на трех уровнях: системном, организационном и личностном. Были выявлены внешние и внутренние факторы, определяющие реализацию профессиональных компетенций.

Предлагаемая модель организации практико-ориентированного образовательного процесса в учебных заведениях МЧС России построена в контексте реинжиниринга внутренних процессов на этапах выбора образовательной услуги, освоения и развития базовых компетенций, реализации профессиональных возможностей, профессионального роста специалистов. Такое построение процессов и подпроцессов обусловлено необходимостью удовлетворения требований и ожиданий потребителей образовательной услуги. Для успешной реализации модели предложена система оценочных характеристик, состоящая из подсистем адаптации во внешней среде, адаптации во внутренней среде и реализованности профессиональных компетенций. Переход к предложенной образовательной модели позволит повысить качество подготовки специалистов в области защиты населения и территорий от ЧС, способных применять свои знания и навыки при руководстве операциями по предупреждению, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Аврамова Е. М., Кулагина Е. В. Требования работодателей к системе профессионального образования // Экономика региона. 2012. № 2. С. 196–208.
2. Российская педагогическая энциклопедия: в 2 т. М.: Большая рос. энцикл., 1993–1999. 670 с.
3. Болотин А. Э., Токарева А. В., Паульс А. А. Организационно-педагогические условия, необходимые для адаптации специалистов по защите в чрезвычайных ситуациях к профессиональной деятельности во время обучения в вузе // Ученые записки университета Лесгафта. 2013. № 10(104). С. 23–26.
4. Болотов В. А. О построении общероссийской системы оценки качества образования // Вопросы образования. 2005. № 1. С. 5–10.
5. Малый И. А., Горинова С. В. Проектирование практико-ориентированной среды образовательных учреждений, осуществляющих подготовку управленческих кадров в области пожарной безопасности, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

// Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. 2016. № 4. С. 136–142.

6. Кропотова Н. А., Горинова С. В., Малый И. А. Анализ адаптационной составляющей в подготовке специалистов РСЧС для работы в сложных климатических условиях. // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 815–818.

7. Закинчак А. И., Крутов М. С., Чумаков М. В. Эволюция управленческих отношений в образовательном процессе // 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. 656–658.

References

1. Avraamova E. M., Kulagina E. V. Trebovaniya rabotodatelej k sisteme professional-

nogo obrazovaniya [Employers' requirements for the vocational education system]. *Ekonomika regiona*, 2012, vol. 2, pp. 196–208.

2. *Rossiyskaya pedagogicheskaya enciklopediya: v 2 t.* [Russian pedagogical encyclopedia: in 2 vol.]. M.: Bolshaya ros. encikl., 1993–1999. 670 p.

3. Bolotin A. E., Tokareva A. V., Pauls A. A. Organizacionno-pedagogicheskie usloviya, neobhodimye dlya adaptacii specialistov po zashchite v chrezvychajnyh situacijah k professionalnoj deyatel'nosti vo vremya obucheniya v vuze [Organizational and pedagogical conditions necessary for the adaptation of emergency protection specialists to professional activities while studying at a university]. *Uchenye zapiski universiteta Lesgafu*, 2013, vol. 10(104), pp. 23–26.

4. Bolotov V. A. O postroenii obshcherossijskoj sistemy ocenki kachestva obrazovaniya [On the construction of an all-Russian system for assessing the quality of education]. *Voprosy obrazovaniya*, 2005, vol. 1, pp. 5–10.

5. Malij I. A., Gorinova S. V. Proektirovanie praktiko-orientirovannoj sredy obrazovatel'nyh uchrezhdenij, osushchestvlyayushchih podgotovku upravlencheskih kadrov v oblasti pozhar'noj bezopasnosti, zashchity naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij [Designing a practice-oriented environment of educational institutions that train management personnel in the field of fire

safety, protection of the population and territories from emergency situations]. *Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regionalnoe prilozhenie*, 2016, vol. 4, pp. 136–142.

6. Kropotova N. A., Gorinova S. V., Malij I. A. Analiz adaptacionnoj sostavlyayushchej v podgotovke specialistov RSCHS dlya raboty v slozhnyh klimaticheskikh usloviyah [Analysis of the adaptation component in the training of Unified state system for prevention and elimination of emergency situations specialists for work in difficult climatic conditions]. *Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost: sbornik materialov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu grazhdanskoj oborony, Ivanovo, 29–30 noyabrya 2017 g.* Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozhar'no-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017, pp. 815–818.

7. Zakinchak A. I., Krutov M. S., Chumakov M. V. Evolyuciya upravlencheskih otnoshenij v obrazovatel'nom processe [Evolution of management relations in the educational process]. *Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost: sbornik materialov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu pozhar'noj ohrany, Ivanovo, 24–25 noyabrya 2016 g.* Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozhar'no-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2016, pp. 656–658.

Горинова Светлана Владимировна

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

доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры

E-mail: s.v.gorinova@mail.ru

Gorinova Svetlana Vladimirovna

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

Russian Federation, Ivanovo

doctor of economic sciences, professor, professor at the department

E-mail: s.v.gorinova@mail.ru

Закинчак Андрей Игоревич

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

кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры основ экономики функционирования РСЧС

E-mail: zakinchak@mail.ru

Zakinchak Andrey Igorevich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of economics sciences, assistant professor, associate professor

E-mail: zakinchak@mail.ru

УДК 614.841

РАНЖИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ И АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОЧЕРЕДНОСТИ ВЫЕЗДА ДОЗНАВАТЕЛЯ НА МЕСТО ПОЖАРА

С. Ю. КАРПОВ¹, Ю. В. ПРУС²

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

²Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина,
Российская Федерация, Москва

E-mail: kafedrandagps@mail.ru, prus_yurii@mail.ru

Предложен алгоритм поддержки принятия управленческого решения, по выбору очередности выезда на пожар сотрудника ФГПН при двух и более сообщений с небольшим интервалом времени. Сформулированы критерии и признаки ситуаций, позволяющие дознавателю произвести сравнение вариантов развития событий на пожаре и сделать соответствующий выбор. Рассмотрен математический инструментарий обработки информации для реализации поддержки принятия управленческого решения по выбору очередности на основе задания многомерных булевых функций от возможных ситуаций и факторов (признаков), характеризующих развитие событий на месте пожара. Оптимальный выбор выезда на наиболее сложный пожар, позволяющий дознавателю обеспечить своевременный сбор объективной информации и доказательственной базы по «горячим следам», а также в ряде случаев принять участие в спасении людей и тушении пожара.

Ключевые слова: моделирование, булевые функции, очерёдность выезда на пожар, управленческое решение, пожар, ранжирование, расследование пожаров, поддержка принятия решения.

RANKING OF ALTERNATIVES AND ALGORITHM FOR CHOOSING THE ORDER OF DEPARTURE OF THE INVESTIGATOR TO THE FIRE SITE

S. YU. KARPOV¹, YU. V. PRUSS²

¹Academy of state fire service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Moscow

²Gubkin Russian state University of oil and gas (national research University),
Russian Federation, Moscow

E-mail: kafedrandagps@mail.ru, prus_yurii@mail.ru

An algorithm is proposed to support management decision - making by choosing the order of departure for the fire of an employee of the Federal fire SERVICE for two or more messages with a small time interval. Criteria and signs of situations are formulated that allow the investigator to make a comparison of options for the development of events in the fire and make the appropriate choice. A mathematical tool for information processing is considered for implementing support for making a management decision on choosing a priority based on setting multidimensional Boolean functions from possible situations and factors (signs) that characterize the development of events at the fire site. The optimal choice of exit to the most complex fire allows the investigator to ensure timely collection of objective information and evidence base on «hot tracks», as well as in some cases to take part in the rescue of people and extinguishing the fire.

Key words: modeling, Boolean functions, priority of fire exit, management decision, fire, ranking, fire investigation, decision support.

Введение. Руководство, в какой-либо сфере, есть деятельность управленческая. В сложных ситуациях, для принятия управленческого решения, необходимы «подсказки» для взвешивания выбора оптимального решения.

Труднее сделать выбор, если его необходимо принять с учетом дефицита времени и недостаточности информации. В работе дознавателя МЧС России такие случаи бывают не частые, но имеют важный аспект в рамках повышения эффективности деятельности при расследовании более сложных пожаров. С учетом

сокращений численности сотрудников ФГПН¹, дефицита квалифицированных кадров, нагрузка на одного дознавателя увеличилась. На практике бывают случаи, когда дознавателю МЧС РФ поступают несколько сообщений о пожаре с небольшим промежутком времени. При этом, во время следования к месту одного пожара, дознавателю может прийти сообщение о втором и более пожарах, на которых ситуация ещё сложнее.

Целью проводимого исследования, является разработка алгоритма выбора очередности выезда на пожар сотрудников ФГПН МЧС России при двух и более сообщениях с небольшим интервалом времени их получения, а также предложение математического метода обработки информации для реализации поддержки принятия управленческого решения.

В первую очередь, необходимо реагировать на наиболее сложные пожары. Это приведет к правильному распределению ресурсов при расследовании, что повлияет на раскрываемость и способствует повышению уровня пожарной безопасности. От правильного выбора может зависеть жизнь и здоровье людей, нуждающихся в помощи на объектах пожара. В условиях малочисленности личного состава пожарно-спасательных подразделений, дознаватель, как сотрудник МЧС РФ, в сложных (исключительных) ситуациях при необходимости может оказать дополнительную помощь при тушении пожара или спасении людей. Определение более сложной ситуации пожара и своевременное реагирование, позволяет снизить социальные риски, обеспечить сбор информации непосредственно на пожаре, тем самым повысить эффективность деятельности.

На выбор очередности выезда на пожар, могут повлиять различные факторы, характеризующие его сложность. В первую очередь - это наличие информации об угрозе жизни и здоровью людей. Во вторую очередь – сложность объекта пожара, характеризующаяся степенью огнестойкости, социальной значимостью, функциональным назначением, площадью, массовостью пребывания людей и т.д. Сложным при выборе очередности выезда на пожар для дознавателя, является анализ поступающей первичной информации, которая, как правило, недостаточная или недостоверная. В такой ситуации дознаватель не в состоянии оценить все риски, поэтому выбор должен осуществляться по алгоритму на основе приоритетов и факторов, позволяющих ранжировать альтернативы.

Практический опыт показывает, что наиболее эффективные мероприятия по спасению людей, как правило, происходят в первые 10–20 минут после обнаружения и сообщения о пожаре. Данные временные значения являются нормативным и определяющим при реагировании пожарно-спасательных подразделений². Соответственно, участие дознавателя МЧС РФ в ликвидации пожаров и спасении людей, возможно при незначительном удалении от объекта с учетом оперативного реагирования.

Сотрудники пожарно-спасательных формирований, являются непосредственными участниками событий, протекающих на пожаре и носителями важной информации. Поэтому дознавателю целесообразнее прибывать на место пожара до убытия пожарно-спасательных подразделений в пожарную часть. Это способствует получению дополнительной информации от пожарных и сохранности обстановки на пожаре (вещественных доказательств). Стоит также отметить, что важную роль в расследовании играет сбор информации на месте пожара еще при его тушении. Поэтому, при определении параметров оперативного подъезда к месту пожара, необходимо учитывать минимальные и максимальные временные значения обслуживания пожара пожарно-спасательными подразделениями.

Статистические данные за 2018 год показывают³, что минимальное значение среднего время обслуживания пожара в городах составляет 17,75 минут, а максимальное 93,34 минут (рис. 1). В сельской местности соответственно 24,41 и 132,68 минут. Наибольшее количество значений среднего времени обслуживания пожара в городах (более 80%) происходит до 60 минут. В сельской местности (более 82%) до 100 минут. Учитывая статистические данные можно сказать, что оптимальное время в пути дознавателя к месту пожара в сельской местности, как правило, не должно превышать двух часов.

В условиях неопределенности, для принятия управленческого решения, дознавателю МЧС РФ можно использовать метод ранжирования альтернатив с учетом рациональной стратегии, на основе различных факторов (информации) и выбора одного единственного решения.

² Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

³ Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.

¹ ФГПН – Федеральный пожарный надзор.

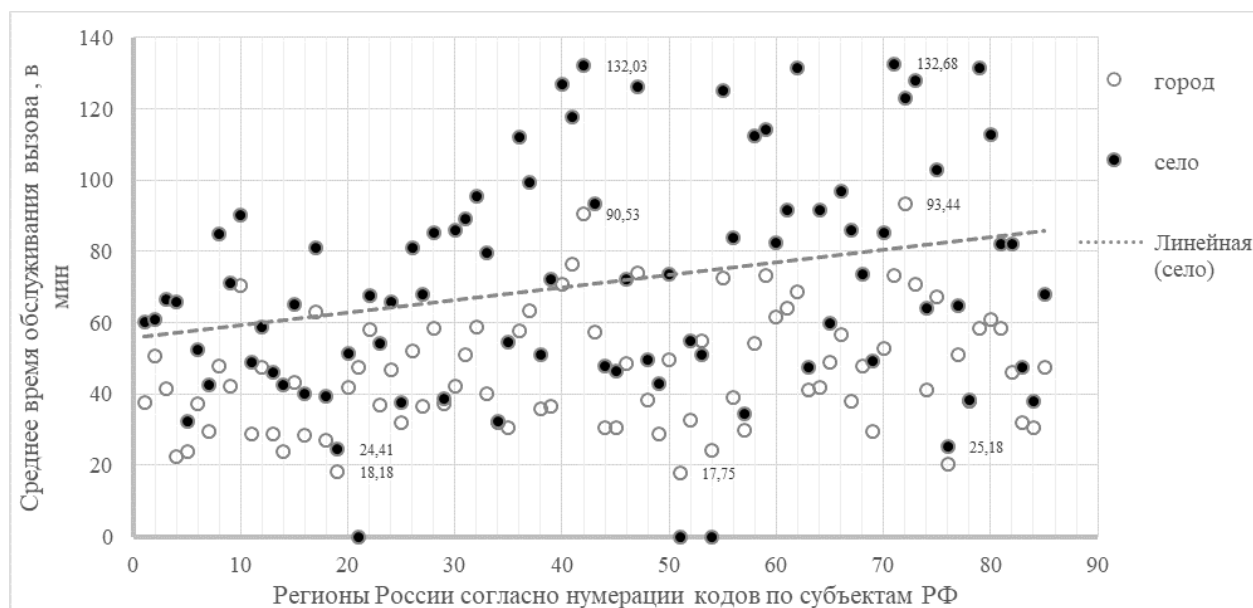


Рис. 1. Диаграмма распределения среднего времени обслуживания пожара (загорания) в регионах России в 2018 году

При исследовании ситуаций выбора по определению очередности выезда, применялся метод анализа иерархии, предложенный Т. Л. Саати⁴ с последовательным сравнением альтернатив, приоритетов и критериев значимости. При определении критериев значимости были использованы статистические⁵, экспертные данные и требования нормативных документов по пожарной безопасности⁶.

В первую очередь, при выборе очередности выезда на пожар, должны быть проанализированы ситуации по степени риска потенциальной опасности людей на пожаре, которым необходима помощь при спасении. Важным является своевременное оказание помощи травмированным на пожаре. При гибели людей ситуация приобретает иной характер и требует иных процессуальных действий. Сложность пожара, возможное развитие собы-

тий и последствия, определяются дознавателем абстрактно, на основе специальных знаний и с учетом имеющихся сил и средств пожарно-спасательных подразделений. Приоритетом выбора является ситуация, когда есть угроза гибели людей на пожаре и им необходима помощь, а присутствие дознавателя может повлиять на эффективность мероприятий по спасению. Во вторую очередь, должны быть проанализированы ситуации по признакам опасности пожара и его последствий для общества. Степень важности данной категории пожаров связана с уничтожением или повреждением объектов жизнеобеспечения, социально важных объектов и опасных. В третью очередь, должны быть спрогнозированы риски масштаба имущественного ущерба от пожара. Анализ ситуации происходит по укрупненным позициям, исходя из функционального назначения и площади объекта. При наличии уточняющей информации у дознавателя, дополнительными элементами оценки могут служить критерии наличия систем автоматического пожаротушения и объема здания. В четвертую очередь, должны быть проанализированы возможные последствия пожара, которые могут существенно повлиять на экологическую обстановку и по времени ликвидации займут значительный период (лесные и природные пожары). В пятую очередь, нужно оценить верооятное время прибытия к месту пожара. Большая часть признаков и следов на месте пожара находится на конструкциях здания, поэтому наиболее значимая информация луч-

⁴ Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Саати Т.Л. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.

⁵ Государственный надзор МЧС России в 2018 г.: Информационно-аналитический сборник / Ю.А. Матюшин, А.Г. Фирсов, А.М. Арсланов, М.В. Загуменнова, Е.Н. Малёмина, Е.С. Преображенская. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. 125 с.

⁶ Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ, СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

ше сохраниться на неповрежденных (недеформированных) конструкциях. А это значит, что эффективное время прибытия непосредственно связано с устойчивостью здания (сооружения) и пределов огнестойкости строительных конструкций⁷. Первый интервал времени прибытия – до 15 минут, соответствует VI степени огнестойкости здания, так как многие здания (сооружения) металлические с пределом огнестойкости конструкций не более 15 минут. Второй интервал – до 45 минут (III-СО). Третий интервал – до 90 минут, как правило, относится к зданиям II СО. Четвертый интервал до 120 минут. Пятый свыше 120 минут.

На рис. 2 представлен разработанный алгоритм поддержки принятия управленческого решения по выбору очередности выезда на пожар дознавателя МЧС России при поступлении двух и более сообщений с незначительным интервалом времени (до 20 минут). При поступлении двух и более сообщений о пожаре, дознаватель МЧС России должен поэтапно, на основе имеющейся информации по алгоритму сделать оптимальный выбор (принять решение).

Анализ статистических данных⁸ о пожарах за 2011–2016 гг. показал, что площадь пожара до 50 м² регистрируется в 60% случаев (рис. 3). Поэтому первым интервалом при оценке объекта пожара по площади можно принять значение до 50 м², далее интервалы распределены методом интервального шкалирования с кратностью равной 10.

Дознавателю ФГПН МЧС РФ при поступлении сообщения о двух и более пожаров приходится выбирать на какой пожар ему необходимо выехать в первую очередь, а на какой во вторую. Процесс выбора очередности выезда на пожар можно представить в виде логической последовательности, в которой основными элементами будут наступившие или предполагаемые события, а также иные обстоятельства, влияющие на принятие управленческого решения. Лицу принимающему управленческие решения (ЛПР) при выборе очередности выезда необходимо проанализировать приоритеты (критерии) из поступившей информации по важности и предпочтению. Принятие логического решения основывается на последовательном выборе факторов в алгоритме (рис. 2). Логике принятия решения ЛПР можно выразить через функцию Буля с

оформлением таблицы истинности. Множество возможных ситуаций определяется совокупностью различных наборов булевых переменных, характеризующих присутствие или отсутствие признаков (событий). При этом указанные переменные располагаются в соответствии с вышеописанной иерархией предпочтения. Приведем разбиение набора переменных на пять групп различной степени важности, при этом внутри каждой из групп также присутствует внутригрупповая иерархия по подгруппам, определяющаяся наборами элементов данной группы (рис. 4). Каждая из подгрупп верхнего уровня далее распадается на подгруппы последующего уровня вплоть до последнего иерархического уровня.

Группа признаков первого иерархического уровня связана с определенной степенью риска для людей:

x_1 -необходимость спасения людей на пожаре,

x_2 -наличие травмированных на пожаре,

x_3 -наличие погибших людей на пожаре.

Совокупности приведенных признаков определяют N_1 подгрупп первого уровня, соответствующих возможным наборам из этих булевых переменных ($\{N_1\} = 8$).

Группа признаков второго иерархического уровня обусловлена определенной степенью риска для общества:

x_4 -объект критически важный или особо опасный,

x_5 -объект с массовым пребыванием людей,

x_6 -объект социального назначения и культуры,

x_7 -поджог.

Совокупности приведенных признаков определяют множество N_2 подгрупп второго уровня ($\{N_2\} = 16$).

Группа признаков третьего иерархического уровня обусловлена определенной степенью риска уничтожения имущества в зависимости от функционального назначения:

x_8 – принадлежность объекта по функциональному назначению Ф3,

x_9 - принадлежность объекта по функциональному назначению Ф5,

x_{10} - принадлежность объекта по функциональному назначению Ф2,

x_{11} - принадлежность объекта по функциональному назначению Ф4,

x_{12} - принадлежность объекта по функциональному назначению Ф1,

x_{13} - принадлежность объекта к иным объектам.

⁷ Таблица 21 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

⁸ Статистические данные ВНИИПО МЧС России.

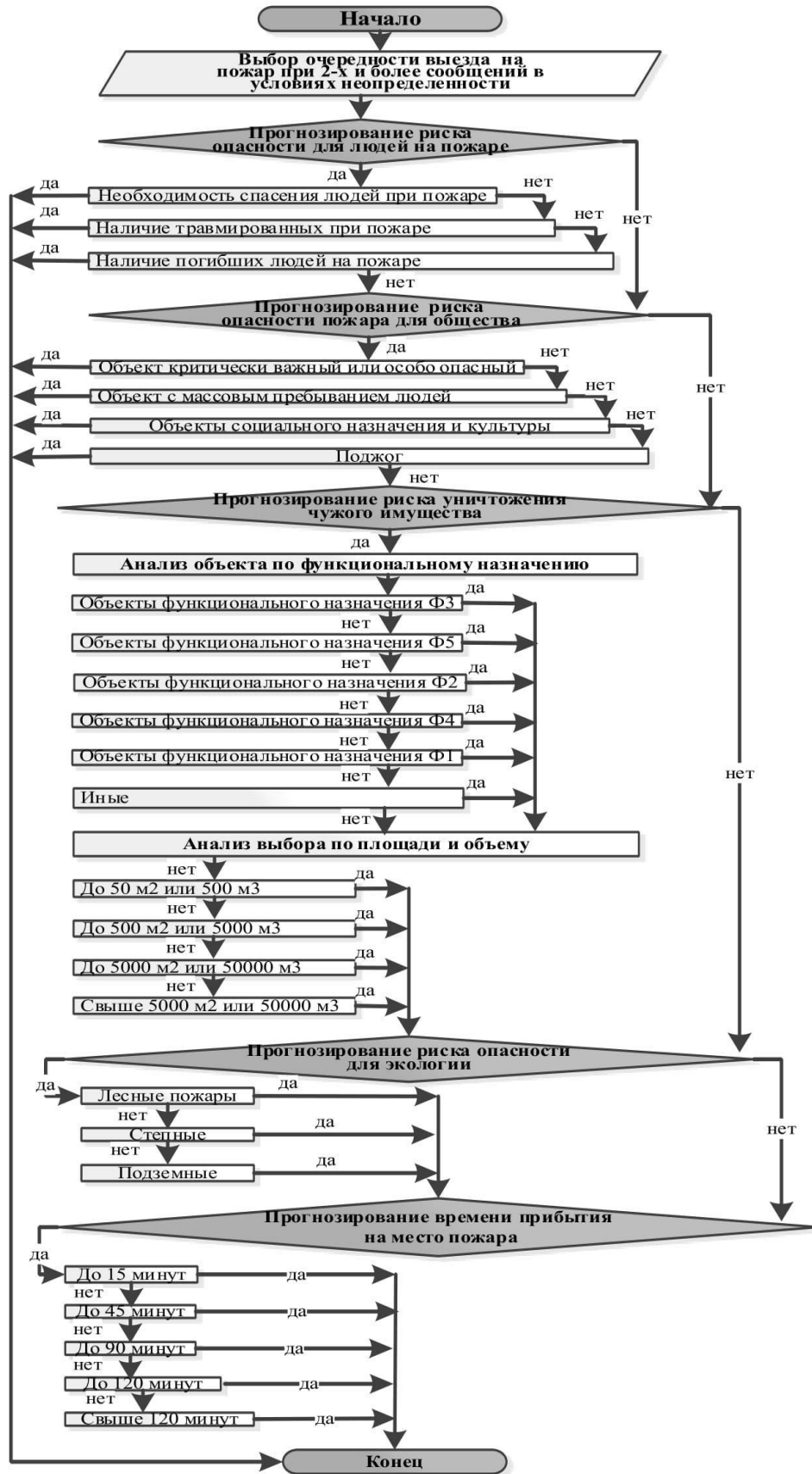


Рис. 2. Алгоритм выбора очередности выезда на пожар сотрудником ГПН при двух и более сообщениях

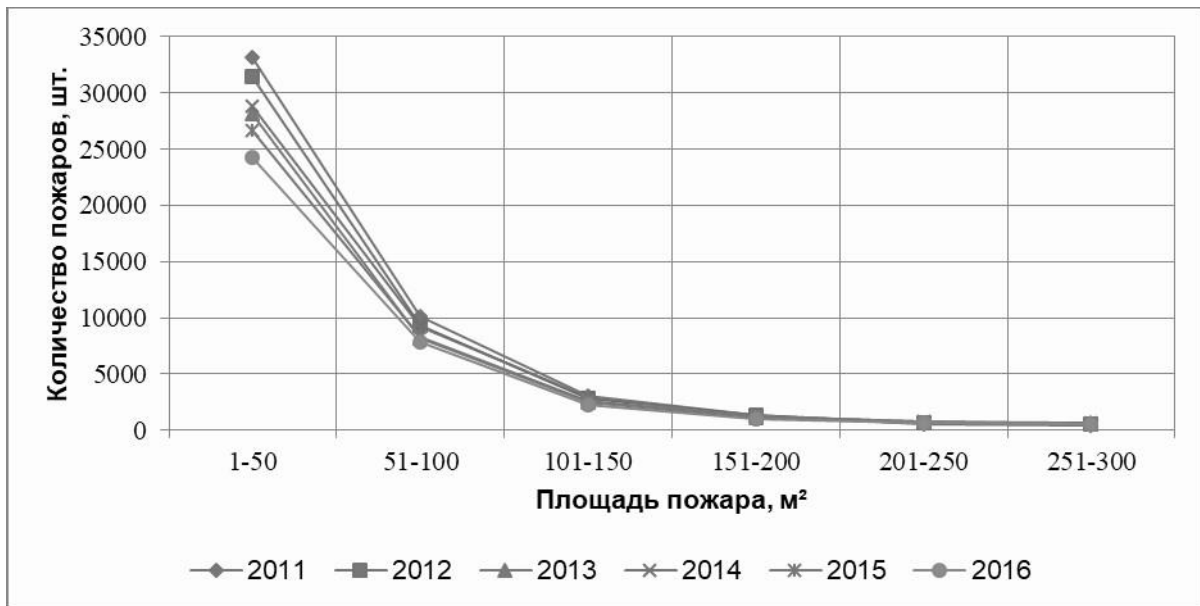


Рис. 3. Диаграмма распределения среднего соотношения количества пожаров в зависимости от площади

Совокупности приведенных признаков определяют множество N_3 подгрупп третьего уровня ($\{N_3\} = 64$).

Группа признаков четвертого иерархического уровня обусловлена определенной степенью риска уничтожения имущества в зависимости от площади и объема:

x_{14} - анализ выбора объекта по площади и объему до 50 м² или 500 м³,

x_{15} - анализ выбора объекта по площади и объему до 500 м² или 5000 м³,

x_{16} - анализ выбора объекта по площади и объему до 5000 м² или 50000 м³,

x_{17} - анализ выбора объекта по площади и объему свыше 5000 м² или 50000 м³,

Совокупности приведенных признаков определяют множество N_4 подгрупп четвертого уровня ($\{N_4\} = 16$).

Группа признаков пятого иерархического уровня обусловлена определенной степенью риска для экологии:

x_{18} - лесные пожары,

x_{19} - степные пожары,

x_{20} - подземные пожары.

Совокупности приведенных признаков определяют множество N_5 подгрупп пятого уровня ($\{N_5\} = 8$).

Группа признаков шестого иерархического уровня связана с удаленностью объекта и прогнозируемым временем прибытия на место пожара:

x_{21} - время прибытия на место пожара до 15 мин,

x_{22} - время прибытия на место пожара до 45 мин,

x_{23} - время прибытия на место пожара до 90 мин,

x_{24} - время прибытия на место пожара до 120 мин,

x_{25} - время прибытия на место пожара свыше 120 мин.

Совокупности приведенных признаков определяют множество N_6 подгрупп пятого уровня ($\{N_6\} = 32$).

Любую из возможных ситуаций определяем кортежем, компонентами которого являются порядковые номера подгрупп.

$$(n_1^i, n_2^i, n_3^i, n_4^i, n_5^i, n_6^i)$$

Попарное сравнение ситуаций заключается, в соответствии с вышеприведенным алгоритмом выбора очередности (рис. 2), в последовательности сравнений принадлежности к подгруппам определенного уровня. При выявлении принадлежности к одной подгруппе верхнего уровня, производится сравнение на следующем уровне иерархии. Процесс попарного сравнения начинается с подгрупп первого уровня и завершается при выявлении превосходства одной из альтернатив на соответствующем уровне. С точки зрения сравнения кортежей происходит последовательное сравнение по отношению строгого или нестрогого порядка по соответствующим уровням иерархии, на основании которого устанавливается превосходство одной из альтернатив.

К (первого уровня значимости)		
X1	X2	X3
1	1	1
1	1	0
1	0	1
1	0	0
0	1	1
0	1	0
0	0	1
0	0	0

К (второго уровня значимости)			
X4	X5	X6	X7
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
0	0	1	1
1	1	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
0	0	0	1
1	1	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

К (третьего уровня значимости)					
X8	X9	X10	X11	X12	X13
1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

К (четвертого уровня значимости)			
X14	X15	X16	X17
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
0	0	1	1
1	1	0	1
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
1	1	1	1

К (пятого уровня значимости)		
X18	X19	X20
1	1	1
1	1	0
1	0	1
1	0	0
0	1	1
0	1	0
0	0	1
0	0	0

К (шестого уровня значимости)				
X21	X22	X23	X24	X25
1	1	1	1	1
1	1	1	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	0	0
1	0	0	0	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	0	1	0	0
1	1	0	0	0
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1
0	1	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0

Рис. 4. Таблица истинности в виде пяти групп различной степени важности

$$(n_1^i, n_2^i, n_3^i, n_4^i, n_5^i, n_6^i) > (n_1^j, n_2^j, n_3^j, n_4^j, n_5^j, n_6^j)$$

$$\text{если } \left[\begin{array}{l} n_1^i > n_1^j \\ n_1^i = n_1^j, n_2^i > n_2^j \\ n_1^i = n_1^j, n_2^i = n_2^j, n_3^i > n_3^j \\ n_1^i = n_1^j, n_2^i = n_2^j, n_3^i = n_3^j, n_4^i > n_4^j \\ n_1^i = n_1^j, n_2^i = n_2^j, n_3^i = n_3^j, n_4^i = n_4^j, n_5^i > n_5^j \\ n_1^i = n_1^j, n_2^i = n_2^j, n_3^i = n_3^j, n_4^i = n_4^j, n_5^i = n_5^j, n_6^i > n_6^j \end{array} \right]$$

При возможности упорядочения признаков каждой группы по степени важности происходит упорядочение ситуаций в соответствии с алгоритмом выбора очередности (табл. 1). При этом каждая строка представляет собой некоторое целое число, записанное в позиционной двоичной системе счисления,

т. е., устанавливается взаимно однозначное соответствие между множествами возможных ситуаций и целых чисел, расположенных в порядке убывания по строкам. Таким образом, сравнение ситуаций по уровню важности сводится к сравнению величин соответствующих им чисел.

Таблица 1. Задание булевой функции от 25 переменных (в зависимости от функции) табличным способом

N- параметры характеризующие ситуации (критерии принятий решений (по важности – иерархическому принципу))																								
I уровень значимости (f ₁)			II уровень значимости (f ₂)			III уровень значимости (f ₃)					IV уровень значимости (f ₄)					V уровень значимости (f ₅)			VI уровень значимости (f ₆)					
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	x ₂₀	x ₂₁	x ₂₂	x ₂₃	x ₂₄	x ₂₅
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2 ⁿ (2 ²⁵)																								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Вывод. Снижение численности сотрудников ФГПН⁹ и формирование межрайонных отделов, повышает вероятность поступления на одного дознавателя нескольких сообщений о пожаре одновременно. Эффективность деятельности дознавателей МЧС России зависит от многих факторов, в том числе и от поддержки принятия управленческого решения

Список литературы

1. Семенов А. О., Лабутин А. Н., Тараканов Д. В. Методика определения показателей предпочтительности вариантов действий по ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах // Вестник ИГЭУ. № 3. 2012. С. 51–54.
2. Акимов О. Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. 2-е изд., доп. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. 376 с.
3. Саати Т. Л. Принятие решений. Методы анализа иерархии. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
4. Смирнова В. В., Мартынюк В. Ф. Классификация и категорирование опасностей и угроз // Нефть, газ, и бизнес. 2008. № 5–6. С. 70–76.
5. Юкаев В. С., Зубарева Е. В., Чуви́кова В. В. Принятие управленческих решений: учебник. М.: издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. 324 с.
6. Колодкин В. М., Морозов О. А. Ранжирование территорий по уровню пожарной опасности общественных зданий // Пожарная безопасность. 2013. № 1. С. 112–118.
7. Использование параметров зон первоочередного обслуживания при обосновании численности личного состава пожарной охраны / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, Е. В. Бобринев [и др.] // Пожарная безопасность. 2005. № 6. С. 86–89.
8. Моделирование системы поддержки принятия управленческих решений при ликвидации автомобильных аварий с опасным грузом / В. В. Синицын, В. В. Татаринев, Ю. В. Прус [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2019. № 2(84). С. 84–90.
9. Ямалов И. У. Моделирование процессов управления и принятия решений в

по выбору очередности выезда на пожар. Применение алгоритма выбора очередности выезда на пожар дознавателем МЧС России поможет ему принять решение в пользу более сложного пожара. Тем самым повлияет на качество и разумные сроки при расследовании пожаров.

условиях чрезвычайных ситуаций. М.: Лаборатория знаний, 2015. 291 с.

10. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976.
11. Карпов С. Ю. Особенности организации и управления деятельностью по расследованию пожаров в рамках реформирования федерального государственного пожарного надзора МЧС РФ // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 4. С. 22–27.

References

1. Semenov A. O., Labutin A. N., Tarakanov D. V. Methods of definition of indicators of preference options of actions on liquidation of emergency situations on potentially dangerous objects // *Vestnik IGEU*, 2012, issue 3, pp. 51–54.
2. Akimov O. E. *Diskretnaya matematika: logika, gruppy, grafy* [Discrete mathematics: logic, groups, graphs]. 2nd ed., additional: Moscow: Laboratory of Basic Knowledge, 2003, 376 p.
3. Saati T. L. *Prinyatiye resheniy. Metody analiza iyerarkhii* [Decision-making. Methods of hierarchy analysis]. Moscow: radio and communication, 1989, 316 p.
4. Smirnova V. V., Martynyuk V. F. Klassifikatsiya i kategorirovaniye opasnostey i ugroz [Classification and categorization of hazards and threats]. *Neft', gaz, i biznes*, 2008, issue 5–6, pp. 70–76.
5. Yukayev V. S., Zubareva Ye. V., Chuvikova V. V. *Prinyatiye upravlencheskikh resheniy: uchebnik* [Management decision-making: textbook]. Moscow: publishing and trading Corporation «Dashkov & Co.», 2012, 324 p.
6. Kolodkin V. M., Morozov O. A. Ranzhirovaniye territoriy po urovnyu pozharной opasnosti obshchestvennykh zdaniy [Ranking of territories by fire hazard level of public buildings]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2013, issue 1, pp. 112–118.
7. Ispol'zovaniye parametrov zon pervoocherednogo obsluzhivaniya pri obosnovanii chislennosti lichnogo sostava pozharной okhrany [Using the parameters of priority service zones when justifying the number of fire protection per-

⁹ Карпов С. Ю. Особенности организации и управления деятельностью по расследованию пожаров в рамках реформирования федерального государственного пожарного надзора МЧС РФ // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 4. С. 22–27.

sonnel] / A. V. Matyushin, A. A. Poroshin, E. V. Bobrinev [et al.]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2005, issue 6, pp. 86–89.

8. Modelirovaniye sistemy podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy pri likvidatsii avtomobil'nykh avariyy s opasnym gruzom [Modeling of the management decision support system for the elimination of automobile accidents with dangerous cargo] / V. V. Sinitsyn, V. V. Tatarinov, Yu. V. Prus [et al.]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti*, 2019, issue 2(84), pp. 84–90.

9. Yamalov I. U. *Modelirovaniye protsessov upravleniya i prinyatiya resheniy v usloviyakh chrezvychaynykh situatsiy* [Modeling of management processes and decision-making in emergency situations]. Moscow: knowledge laboratory, 2015, 291 p.

10. Bellman R., Zade L. Prinyatiye resheniy v rasplyvchatykh usloviyakh [Decision-Making in vague conditions]. *Voprosy analiza i protsedury prinyatiya resheniy*. Moscow: Mir, 1976.

11. Karpov S. Yu. Osobennosti organizatsii i upravleniya deyatelnost'yu po rassledovaniyu pozharov v ramkakh reformirovaniya federal'nogo gosudarstvennogo pozhnogo nadzora MCHS RF [Features of the organization and management of fire investigation activities in the framework of reforming the Federal state fire supervision of the Ministry of emergency situations of the Russian Federation]. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya*, 2019, issue 4, pp. 22–27.

Карпов Сергей Юрьевич

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Москва

старший преподаватель кафедры надзорной деятельности в составе УНК ОНД

E-mail: kafedrandagps@mail.ru

Karpov Sergey Yur'yevich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia»,

Russian Federation, Moscow

Senior Lecturer

E-mail: kafedrandagps@mail.ru)

Прус Юрий Витальевич

Российский государственный университет нефти и газа

(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина,

Российская Федерация, г. Москва

профессор кафедры криптологии и специальных алгоритмов, д-р физ.-мат. наук, профессор

E-mail: prus_yurii@mail.ru

Pruss Yuriy Vital'yevich

Gubkin Russian state University of oil and gas (national research University),

Russian Federation, Moscow

professor of the Department of Cryptology and Special Algorithms, Dr. of Phys.-Math. sciences, professor

E-mail: prus_yurii@mail.ru

УДК 004.853+004.652.4

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

С. С. ЛАПШИН

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г.Иваново
E-mail: wfxdfx@gmail.com

Рассмотрено двухстороннее (нисходящее и восходящее) проектирование базы данных информационно-аналитической системы. Указаны задачи этой системы, результат выполнения которых должен храниться в базе данных. Изложена концептуальная модель и предметная область базы данных. Проанализирован перечень процедур и результатов государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности, необходимых для ее осуществления документов, журналов. С целью учета результатов действий пользователя в системе сформулирован перечень необходимых таблиц. Для этого рассмотрен перечень компетенций, которые должны быть сформированы у специалиста, для исполнения государственной функции. Также приведен перечень дополнительных данных для обеспечения взаимодействия пользователя с информационной системой. Представлена концептуальная схема разработанной базы данных и ее подробное описание, а также схема таблиц ее верхнего уровня. С целью унификации действий и нормализации базы данных введены обобщенные понятия «действие» и «объект». Данные понятия являются общими для всей информационно-аналитической системы, конкретный набор их атрибутов определяется в программной реализации системы. На примере одного из документов показана схема таблиц низшего уровня. Разработанная реляционная база данных приведена к третьей нормальной форме.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор; управленческое решение; ER-модель; информационная система; база данных.

DEVELOPMENT OF THE DATABASE OF THE INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM TO SUPPORT THE ACTIVITIES OF OFFICERS OF THE STATE FIRE SUPERVISION BODIES

S. S. LAPSHIN

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: wfxdfx@gmail.com

This article discusses the two-way (top-down and bottom-up) design of an information and analytical system database. The tasks of this system are indicated, the result of which should be stored in the database. The conceptual model and subject area of the database are presented. The list of procedures and results of the state function of supervision the implementation of fire safety requirements has been analyzed. The documents and logbooks necessary for its implementation were also analyzed. In order to take into account, the results of user actions in the system, a list of necessary tables has been formulated. For this, a list of competencies that must be formed by a specialist for the performance of a state function is considered. There is also a list of additional data to ensure user interaction with the information system. The conceptual diagram of the developed database and its detailed description, the schema of the tables of its top level are presented. In order to unify actions and normalize the database, the generalized concepts «action» and «object» have been introduced. These concepts are common to the entire information and analytical system, a specific set of their attributes is determined in the software implementation of the system. On the example of one of the documents, a diagram of the lowest level relations is shown. The developed relational database is reduced to third normal form.

Key words: state fire control; management decision; ER-model; information system; database.

Введение

Понимание должностным лицом органа государственного пожарного надзора структуры государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности (далее государственной функции) и устойчивый навык выполнения ее этапов являются задачами как обучения в вузе, так и непрерывной служебной подготовки в подразделении. При этом целостное понимание структуры государственной функции не менее важно, чем знание особенностей конкретного этапа. Возможная роль информационно-аналитической системы (ИАС) в совершенствовании подготовки должностных лиц органов государственного пожарного надзора, а также ее концептуальная модель изложены в статье [1]. Под пользователями в этой системе понимаются как обучающиеся вузов, так и должностные лица органов государственного пожарного надзора. Интерактивный тренажер¹ может быть использован для обучения в образовательных учреждениях, для тренировки на период испытания при поступлении на службу в федеральную противопожарную службу, а также как инструмент непрерывной профессиональной подготовки в подразделении надзорного органа. К задачам ИАС, результат выполнения которых должен храниться в базе данных, относятся: имитация основных этапов деятельности должностного лица ГПН, формирование и совершенствование навыков проведения контрольных мероприятий.

При разработке ИАС важным этапом является проектирование базы данных. Она является своего рода фундаментом информационной системы [2]. Оптимальным является двухстороннее проектирование базы данных: нисходящее (анализ) и восходящее (синтез) [3]. Целью разработки базы данных (ER-модели) является отображение выбранной для автоматизации предметной области. Предметной областью в данном случае является деятельность должностного лица, направленная на реализацию государственной функции. Концептуальная модель базы данных включает в себя: 1) описание информационных объектов или понятий предметной области и связей между ними, 2) описание ограничений целостности, то есть требований к допустимым значениям данных и к связям между ними.

¹ Коноваленко Е. П., Мочалов А. М., Лапшин С. С. Интерактивный тренажер «Виртуальный кабинет инспектора ГПН» [Электронный ресурс]. <http://wiki.jwfxdfx.bget.ru>.

К задачам разрабатываемой базы данных следует отнести:

1. Хранение необходимой информации;
2. Возможность получения данных при работе с иас;
3. Сокращение избыточности данных.

Основная часть

В соответствии с Приказом МЧС России², которым утвержден «Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности» (далее – Административный регламент) деятельность должностных лиц в рамках реализации функции государства по надзору за выполнением требований пожарной безопасности подразделена на 10 процедур. Тем же регламентом определены формы учета результатов исполнения государственной функции:

1. Составление актов проверок;
2. Выдача предписаний;
3. Составление протоколов;
4. Выдача предостережений;
5. Заключение о соответствии (несоответствии) объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

Исходя из перечней административных процедур и результатов исполнения государственной функции сформулирован минимально необходимый перечень типов действий в информационной системе:

1. Учет (объекта, результата проверки);
2. Составление планов (деятельности должностного лица, проверки);
3. Проведение проверки (документарная, плановая, внеплановая);
4. Составление документа (акт, протокол, предписание, предостережение, заключение о соответствии);
5. Принятие решения (действие пользователя в системе, ответ на вопрос);

² Приказ МЧС России от 30 ноября 2016 г. № 644 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности».

6. Взаимодействие (межведомственное);

7. Консультация (граждан, должностных лиц на объекте);

С целью нормализации разрабатываемой базы данных, ряд действий объединены: например, учет результата проверки производится путем заполнения соответствующего журнала, учет объекта – тоже заполнение журнала, поэтому данные действия объединены в одну логическую группу. Аналогичным образом составлен перечень необходимых типов объектов:

1. Здание;
2. Юридическое лицо;
3. Физическое лицо;
4. Территория;
5. Земельный участок;
6. Орган власти.

Взаимодействуя с ИАС, пользователь имеет возможность представить себя в различных ролях (каждой учетной записи может быть сопоставлена только одна роль), например:

1. Инспектор ГПН;
2. Дознаватель ГПН;
3. Эксперт ИПЛ;
4. Ответственный за пожарную безопасность на объекте защиты.

В результате анализа взаимодействия пользователя с моделью объекта в «Виртуальном кабинете инспектора ГПН», а также полей отчетных документов по результатам проверки, разработан перечень необходимых свойств объекта. В данный перечень включены также сведения об объекте, указанные в Административном регламенте.

1. Полное название;
2. Сокращенное название;
3. Адрес юридический;
4. Адрес фактический;
5. Фио руководителя;
6. Фио ответственного за пожарную безопасность;
7. Этажность;
8. Класс функциональной пожарной опасности;
9. Класс конструктивной пожарной опасности;
10. Категория по пожарной и взрывопожарной опасности;
11. Категория риска;
12. Перечень нарушений требований пожарной безопасности.

В соответствии с Административным регламентом пользователь в роли инспектора ГПН работает со следующими документами:

1. План-график;

2. Ежегодный план проведения плановых проверок объектов защиты;

3. Распоряжение;

4. Протокол;

5. Предписание;

6. Заключение о соответствии (несоответствии) объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

7. Предостережение о недопустимости нарушения обязательных требований;

8. Учетная карточка консультации гражданина;

9. Контрольно-наблюдательное дело.

Деятельность должностных лиц по предоставлению государственной функции фиксируется в журналах учета:

1. Перечень объектов защиты и (или) территорий (земельных участков), которым присвоена категория риска

2. Перечней объектов защиты и (или) территорий (земельных участков);

3. Объектов защиты и (или) территорий (земельных участков), органов власти;

4. Объектов;

5. Органа ГПН по учету проверок;

6. Дел об административных правонарушениях и представлений об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения;

7. Выданных заключений;

8. Профилактической работы;

9. Консультаций;

10. Карточек личной консультации гражданина.

Также для обеспечения работы пользователя с ИАС дополнительно разработаны следующие таблицы: учетных данных пользователей, проверочных листов, адресов, типов документов, дополнительных формулировок вопросов, неправильных ответов, подсказок персонажу (наводящих вопросов).

Для учета результатов работы пользователя в ИАС, а также степени сформированности соответствующих навыков/компетенций проектируется подмодель с набором следующих таблиц:

перечень вопросов, включаемых в сюжеты:

1. Текст вопроса;

2. Тип вопроса;

3. Правильный ответ;

4. Время ответа на вопрос;

5. Комментарий со ссылкой на нормативный правовой акт;

6. Комментарий от «опытного пользователя».

перечень компетенций в соответствии с рабочей программой дисциплины «Государственный пожарный надзор»:

1. Способность осуществлять взаимодействие органов ГПН с другими надзорными органами;

2. Знание порядка осуществления административно-правовой деятельности органов ГПН;

3. Знание принципов информационного обеспечения, противопожарной пропаганды и обучения в области пожарной безопасности;

4. Способность проводить проверки выполнения органами власти, органами местного самоуправления, организациями, должностными лицами и гражданами установленных требований пожарной безопасности;

5. Способность составлять документы по результатам проверок;

6. Способность анализировать и оценивать работу органов ГПН по основным направлениям деятельности.

В главной таблице main учитываются все действия, выполняемые пользователем в ИАС. Типы действий перечислены в таблице actions_type. Данные учетной записи пользователя, такие как логин, пароль, фамилия, имя, отчество хранятся в таблице users. При работе с ИАС пользователь может выбрать одну из ролей, перечисленных в таблице character, для которой также определяются фамилия, имя и отчество. При подготовке документов используются данные из таблицы character. Сведения

об объектах хранятся в таблице objects, о документах – в таблице docs. Таблица item_obj_docs служит для сопоставления документов объектам (построения отношения «многие ко многим»). Концептуальная схема базы данных представлена на рис. 1.

Верхний уровень разработанной базы данных приведен на рис. 2. Для визуального проектирования использована программа MySQL Workbench 8, физического – PHPMyAdmin.

Унификация описания взаимодействия пользователя с ИАС и учета этих действий в базе данных проведена за счет введения основного понятия «действие» (по аналогии с файлом в Unix). Вторым универсальным понятием является «объект». Структура понятий «действие» и «объект» являются общими для всей системы, а конкретный набор атрибутов определяется в системе (программе). Действие может быть произведено только с объектом.

Схема таблиц базы данных для работы с документом на примере распоряжения показана на рис. 3. Меньшее количество атрибутов в данной таблице, чем в Административном регламенте наглядно показывает, что с точки зрения проектирования баз данных информация в сфере организации выполнения государственной функции избыточна. Возможно, причиной этому являются строгие юридические формулировки, используемые для изложения положений нормативных документов.

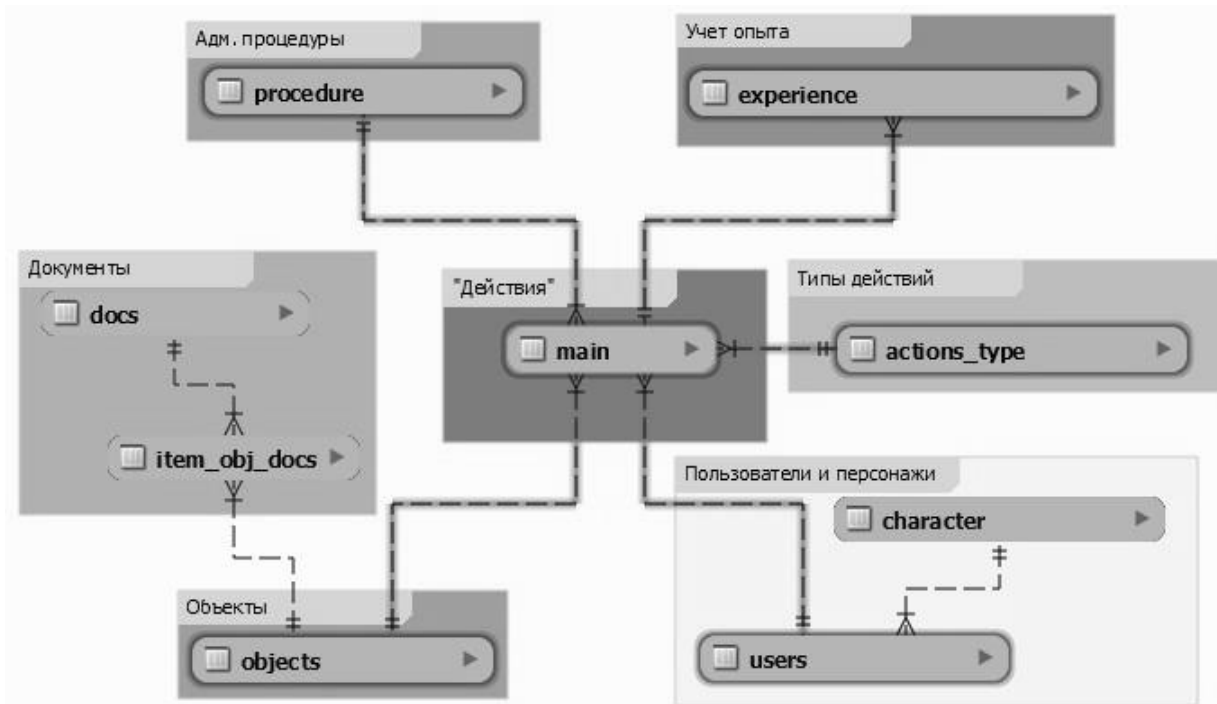


Рис. 1. Концептуальная схема базы данных

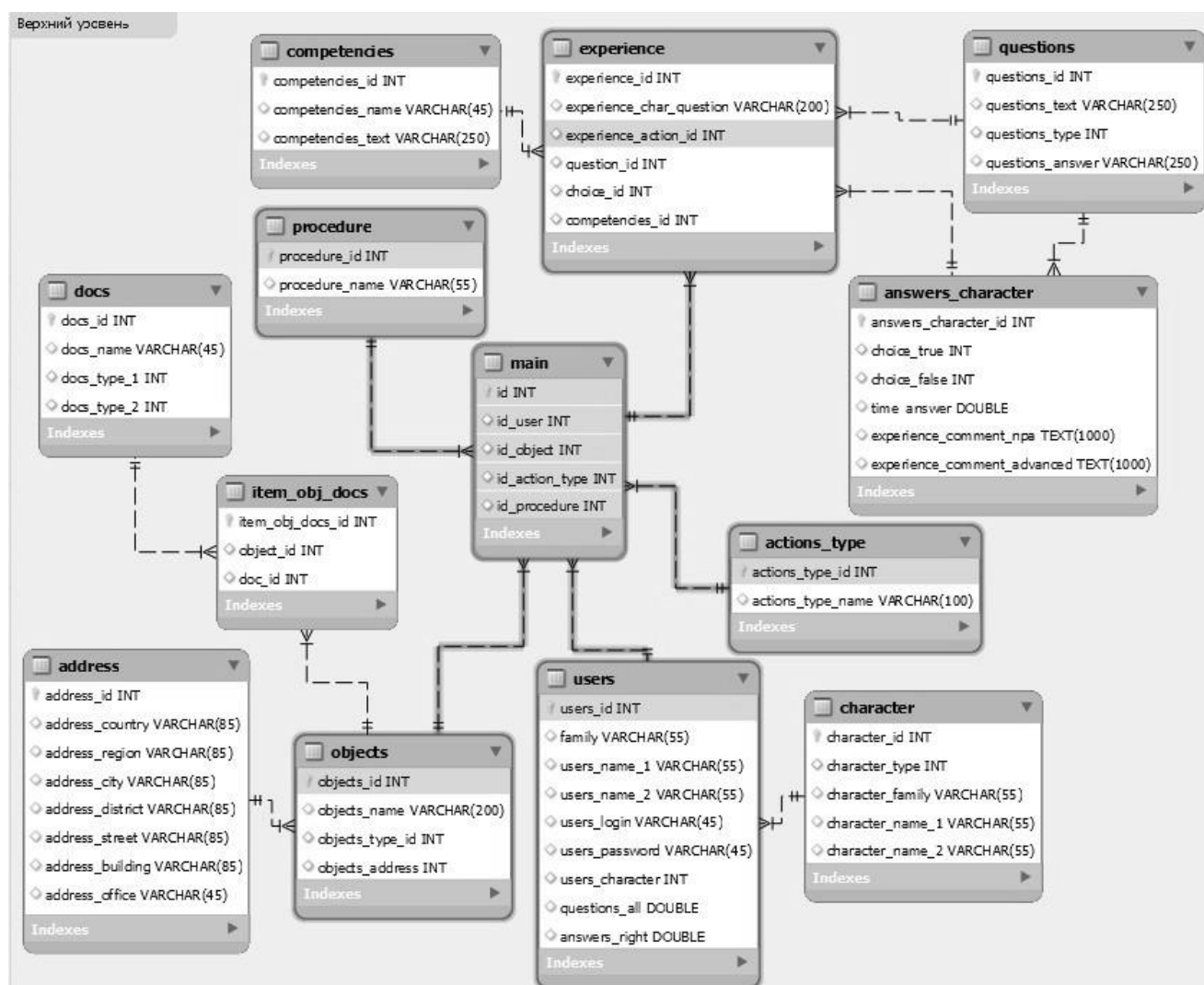


Рис. 2. Логическая схема таблиц верхнего уровня базы данных

Обсуждение

Процедуры, указанные в Административном регламенте, с точки зрения проектирования баз данных не находятся в нормальной форме (присутствует избыточность).

Разработанная база данных позволяет уменьшить избыточность информации о результатах исполнения государственной функции, учитывать сведения о результатах деятельности пользователя интерактивного тренажера³. ИАС позволяет проводить как непрерывную подготовку должностных лиц (совершенствование навыков), так и переподготовку, необходимость которой обусловлена,

например, изменяющейся нормативно-правовой базой.

К направлению дальнейшего развития ИАС в целом и совершенствования базы данных в частности следует отнести импорт данных из таких информационных систем как СПОИАП⁴, ЕРП⁵.

³ Коноваленко Е. П., Мочалов А. М., Лапшин С. С. Интерактивный тренажер «Виртуальный кабинет инспектора ГПН» [Электронный ресурс]. <http://wiki.jwfxdfx.bget.ru>.

⁴ СПОИАП – специальное программное обеспечение «Автоматизированная информационная система сбора информации о противопожарном состоянии объектов надзора и исполнения административных процедур по осуществлению государственного пожарного надзора на объектах надзора».

⁵ ЕРП – единый реестр проверок.

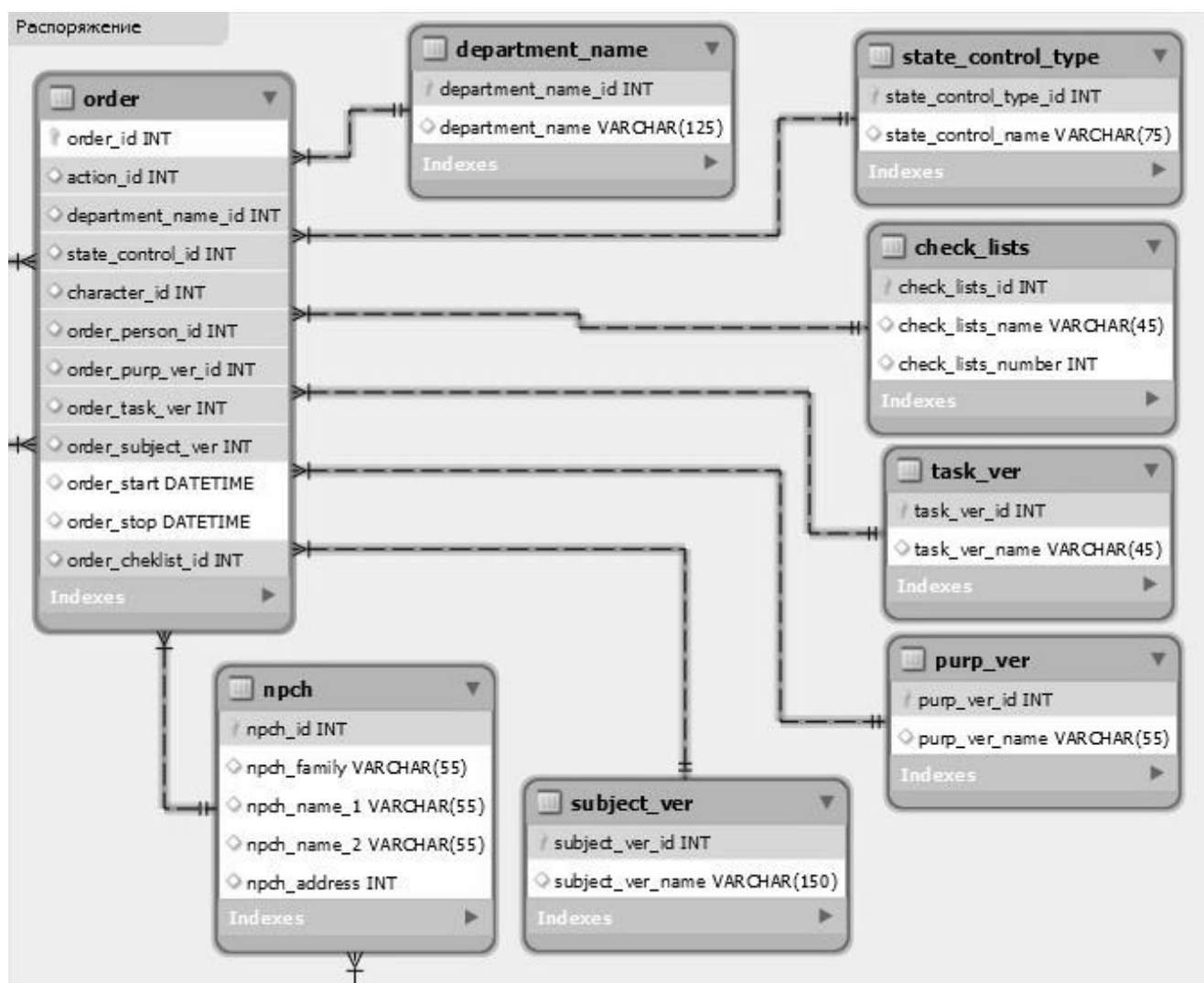


Рис. 3. Логическая схема таблиц базы данных для описания документа «Распоряжение»

Вывод

В результате инфологического проектирования разработана концептуальная модель базы данных, в основу которой положена концептуальная модель ИАС [1]. В ходе дата-логического проектирования разработана реляционная база данных, приведенная к треть-

ей нормальной форме, связь между таблицами в которой реализована с помощью внешних ключей. Разработанная база данных позволяет упорядоченно хранить информацию о результатах работы пользователей с ИАС, а также получать к ней доступ.

Список литературы

1. Лапшин С. С. Структура информационно-аналитической системы поддержки деятельности должностных лиц МЧС России на примере отработки административных процедур по обеспечению пожарной безопасности // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования

пожарной охраны России, 11 декабря 2019 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 631–635.

2. Иванов К. К., Ефремов А. А., Ващенко И. А. Проектирование базы данных. Роль процесса в создании информационной системы // Молодой ученый. 2016. Вып. 18(122). С. 40–42. <https://moluch.ru/archive/122/33704>.

3. Дейт К. Д. Введение в системы баз данных. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 1328 с.

References

1. Lapshin S. S. Struktura informacionno-analiticheskoy sistemy podderzhki deyatel'nosti dolzhnostnyh lic MCHS Rossii na primere otrabotki administrativnyh procedur po obespecheniyu pozharnoy bezopasnosti [Structure of the information and analytical system of supporting the activities of Emergency Officials of Russia on the example of exercise of administrative procedures for fire safety]. *Sovremennye pozharobezopasnye materialy i tekhnologii: sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 370-j godovshchine obravaniya pozharnoj ohrany Rossii, 11 December 2019*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2019, pp. 631–635.
2. Ivanov K. K., Efremov A. A., Vashchenko I. A. Proektirovanie bazy dannyh. Rol' processa v sozdanii informacionnoj sistemy [Database design. The role of the process in creating an information system]. *Molodoj uchenyj*, 2016, vol. 18(122), pp. 40–42. <https://moluch.ru/archive/122/33704>.
3. Date C. J. *Vvedenie v sistemy baz dannyh* [An Introduction to Database Systems]. Moscow: Vil'yams, 2005, 1328 p.

Лапшин Сергей Сергеевич

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

старший преподаватель

E-mail: wfxdfx@gmail.com

Lapshin Sergey Sergeevich

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

Russian Federation, Ivanovo

senior lecturer

E-mail: wfxdfx@gmail.com

УДК 004.853+37.013.32

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНАМ УНК «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР»

Н. А. ТАРАТАНОВ, С. С. ЛАПШИН, Е. П. КОНОВАЛЕНКО, А. М. МОЧАЛОВ

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

E-mail: wfxdfx@gmail.com, taratanov_n@mail.ru, zedzero@mail.ru, anton.mochalov.93@mail.ru

В статье анализируется авторский опыт применения интерактивных тренажеров для отработки практических навыков обучающихся. Отмечается, что интерактивные тренажеры активно используются в учебном процессе академии при проведении занятий по специальным дисциплинам. Одной из разработок академии является панорамный комплекс «Инспектор», который позволяет виртуально проводить осмотр места происшествия и заполнять отчетные документы. Другой разработкой является интерактивный тренажер «Виртуальный кабинет инспектора ГПН», предназначенный для визуальной отработки обучающимися процедур надзорной деятельности. Рассмотрены порядок и особенности работы с данными тренажерами. Отмечается, что интерактивные тренажеры активно используются в учебном процессе академии при проведении занятий по специальным дисциплинам. Также приведены сведения о проведении занятий на учебных местах учебного центра академии, где обучающиеся отрабатывают практические навыки в роли дознавателя государственного пожарного надзора и эксперта испытательной пожарной лаборатории. Указано направление дальнейшего совершенствования рассмотренных средств интерактивного обучения. Предложен один из вариантов – разработка информационно-аналитической системы, которая позволит более системно подойти к вопросу интерактивности учебных занятий. Отмечается, что применение разработанных в академии тренажеров и комплексов позволяет индивидуализировать обучение, эффективно использовать время, отведенное обучающимся на самостоятельную работу, а также повышать их профессиональную мотивацию.

Ключевые слова: интерактивное обучение; практико-ориентированное обучение; виртуальная реальность; визуализация; управленческое решение.

EXPERIENCE OF APPLICATION OF INTERACTIVE LEARNING MEANS IN PRACTICAL LESSONS ON DISCIPLINES OF EDUCATIONAL SCIENTIFIC COMPLEX «STATE SUPERVISION»

N. A. TARATANOV, S. S. LAPSHIN, E. P. KONOVALENKO, A. M. MOCHALOV

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

E-mail: wfxdfx@gmail.com, taratanov_n@mail.ru, zedzero@mail.ru, anton.mochalov.93@mail.ru

The article analyzes the author's experience of using interactive simulators to practice practical skills of students. It is noted that interactive simulators are actively used in the educational process of the Academy for studying special disciplines. One of the Academy's developments is the panoramic complex «Inspector», which allows you to virtually inspect the scene of the incident and fill out reporting documents. Another development is the interactive simulator «Virtual Office of the State Fire Supervision Inspector», designed for visual training of students of supervisory procedures. The order and features of working with these simulators are considered. It is noted that interactive simulators are actively used in the educational process of the Academy for study special disciplines. The article also provides information of studying at the training places of the academy's training center, where students improve their practical skills as an interrogator of the state fire supervision and an expert in a test fire laboratory. The direction of further improvement of the considered means of interactive learning is indicated. One of the options is proposed - the development of an information and analytical system, which will allow a more systematic approach to the issue of interactivity of

training sessions. It is noted that the use of simulators and complexes developed at the Academy allows individualizing training, effectively using the time allotted to students for independent work, and also increasing their professional motivation.

Key words: interactive study; practice-oriented study; virtual reality; visualization; management decision.

Введение

Сотрудниками кафедр «Государственного надзора и экспертизы пожаров» и «Пожарной безопасности объектов защиты», входящих в состав учебно-научного комплекса «Государственный надзор» накоплен некоторый опыт применения в учебном процессе интерактивных тренажеров собственной разработки. При работе с данными тренажерами обучающийся представляет себя в роли того или иного должностного лица, в частности инспектора государственного пожарного надзора, дознавателя или эксперта. При этом акцентируется внимание на особенности обучения действиям, результатом которых является принятие решения по окончании процессуальных действий.

Следует отметить, что внедрению средств виртуализации (визуализации) как в образовательный процесс [1], так и в практику экспертной деятельности уделяется пристальное внимание. В работе [2] рассматривается использование средств виртуального осмотра места происшествия с целью повышения профессионального мастерства следователей. Экспертами в работе [3] проведен обзор программного обеспечения и аппаратных комплексов для построения трехмерной модели места происшествия на базе цифровых фотографий и кадров видеозаписи, показаны преимущества использования трехмерных моделей по сравнению с классическими средствами фиксации. В работе [4] обсуждается целесообразность применения сферической панорамной съемки и устройств виртуальной реальности для фиксации осмотра места происшествия.

Основная часть

Современные тенденции в сфере образования диктуют необходимость формирования электронной (информационной) образовательной среды. По этой причине работа профессорско-преподавательского состава Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России направлена на разработку новых и использование современных средств обучения.

Актуальными версиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования предусмотрен широкий перечень видов профессиональной деятель-

ности, которыми должны овладеть выпускники по окончании учебного заведения. Также предполагается широкое использование в учебном процессе интерактивных форм проведения занятий для формирования необходимых профессиональных и общекультурных компетенций.

В настоящее время обучающиеся сталкиваются с тем, что информационные потоки непрерывно увеличиваются, а время на их обработку уменьшается. В этой связи, значительную роль играет форма подачи учебного материала, а не только усидчивость обучающегося. Следует отметить, что дифференцирование средств обучения по эффективности проводилось всегда. В частности, пословица: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать» - тому подтверждение. Поэтому работа по совершенствованию учебного процесса направлена на усиление визуальной составляющей. Но если раньше для того, чтобы «увидеть» необходимо было организовать выезд обучающихся на объект (место пожара), то сегодня имеется возможность провести обследование объекта, не выходя из учебной аудитории (или из дома, как показывает практика обучения в период карантина¹).

Первой разработкой учебно-научного комплекса, направленной на повышение визуализации и интерактивности учебного материала, стал панорамный комплекс «Инспектор» [5] (авторский коллектив: Таратанов Н. А., Карасев Е. В., Гессе Ж. Ф., Комельков В. А., Михалин В. Н.). Данный комплекс позволяет виртуально проводить осмотр места происшествия (пожара), заполнять соответствующие документы. При работе с комплексом используются очки (Google Cardboard), для демонстрации изображения используется дисплей смартфона. Данная разработка используется при проведении практических занятий по исследованию места пожара (учебные дисциплины «Пожарно-техническая экспертиза», «Расследование пожаров»). Следует отметить, что часть сферических фотопанорам подготовлена обучающимися в период прохождения

¹ Авторы имеют в виду вынужденное дистанционное обучение в апреле-мае 2020 года из-за пандемии COVID-19.

дополнительной практики в подразделениях МЧС России.

Дальнейшее развитие идеи визуализации (виртуализации) действий должностных лиц судебно-экспертных учреждений и надзорных органов МЧС России привело к созданию на базе панорамного комплекса «Инспектор» интерактивного тренажера «Виртуальный кабинет инспектора ГПН»² (рис. 1) (авторский коллектив Коноваленко Е. П., Лапшин С. С., Мочалов А. М.). При подготовке данного тренажера были использованы возможности сер-

виса разработки интерактивных книг «Axma Story Maker JS»³ и программ по созданию трехмерных туров (на основе сферических фотопанорам). «Виртуальный кабинет инспектора ГПН» позволяет визуализировать процедуры надзорной деятельности. На данный момент реализованы следующие действия инспектора: подготовка документов для проведения проверки, виртуальное посещение и осмотр объекта, составление отчетных документов о проведенной проверке.



Рис. 1. Начальный экран

Интерактивный тренажер предназначен для совершенствования и отработки навыков практической деятельности обучающимися, посредством «эффекта присутствия» на объекте защиты.

² Коноваленко Е. П., Мочалов А. М., Лапшин С. С. Интерактивный тренажер «Виртуальный кабинет инспектора ГПН». <http://wiki.jwfxdfx.bget.ru/msc/game.html>.

³ Платформа для разработки игр на JavaScript. AXMA Story Maker JS. <https://axma.info>.

Основными особенностями интерактивного тренажера являются:

1. Реализация нового подхода к визуализации учебного материала, используя современные информационные технологии;
2. Повышение эффективности использования аудиторных часов, отводимых на практические занятия;
3. Расширение круга исследуемых объектов защиты, в том числе находящихся за пределами региона;
4. Повышение эффективности самостоятельной работы.

Работа с тренажером проводится в три этапа на двух модулях. Первый модуль – это стационарное рабочее место инспектора, на котором происходит оформление документов. Второй модуль реализован с помощью очков виртуальной реальности, посредством которых обучающийся «посещает» объекты различных классов функциональной пожарной опасности.

В первом модуле (рис. 2, 3), обучающиеся осуществляют подготовку по направлениям надзорной деятельности и профилактической работы. Если в процессе подготовки допущены ошибки, их необходимо исправить, в противном случае дальнейшая работа становится невозможной.

На втором этапе во втором модуле (рис. 4), обучающиеся проводят осмотр объекта защиты с применением очков виртуальной реальности и смартфона, без выхода на ре-

альный объект. Данный этап позволяет путем визуального осмотра выявить нарушения требований пожарной безопасности на объекте.

На третьем этапе, обучающиеся в первом модуле осуществляют подготовку документов по результатам проверки.

Интерактивный тренажер «Виртуальный кабинет инспектора ГПН» используется в учебном процессе Ивановской пожарно-спасательной академии при проведении занятий по дисциплинам «Государственный пожарный надзор», «Пожарная безопасность в строительстве», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре», «Противопожарное водоснабжение», «Пожарная безопасность электроустановок», «Производственная и пожарная автоматика».

«АИС Электронный инспектор»
Система СПО ИАП с встроенным программным модулем
Сбора информации о состоянии безопасности объектов надзора
по результатам надзорной деятельности в области
гражданской обороны и защиты населения и территорий от
чрезвычайных ситуаций техногенного характера»
(СПО ИАП)

Заполнение бланка распоряжения

Руководство инспектора
МБОУ Гимназия №30. Адрес: ул. Степанова, 9.

Укажите максимально возможный срок проведения проверки в отношении
организации, проверку которой необходимо провести:

20 рабочих дней

Какой вид проверки проводится в соответствии с планом проверок?

плановая

Какая форма проведения проверки предусмотрена Административным
регламентом, утвержденным приказом МЧС России от 30.11.2016 №644?

комиссионная

- комиссионная документарная
- экспертная
- выездная

Проверить

Здание
Кабинет
Документы
Объекты
Новости
Поделиться

Рис. 2. Заполнение бланка распоряжения

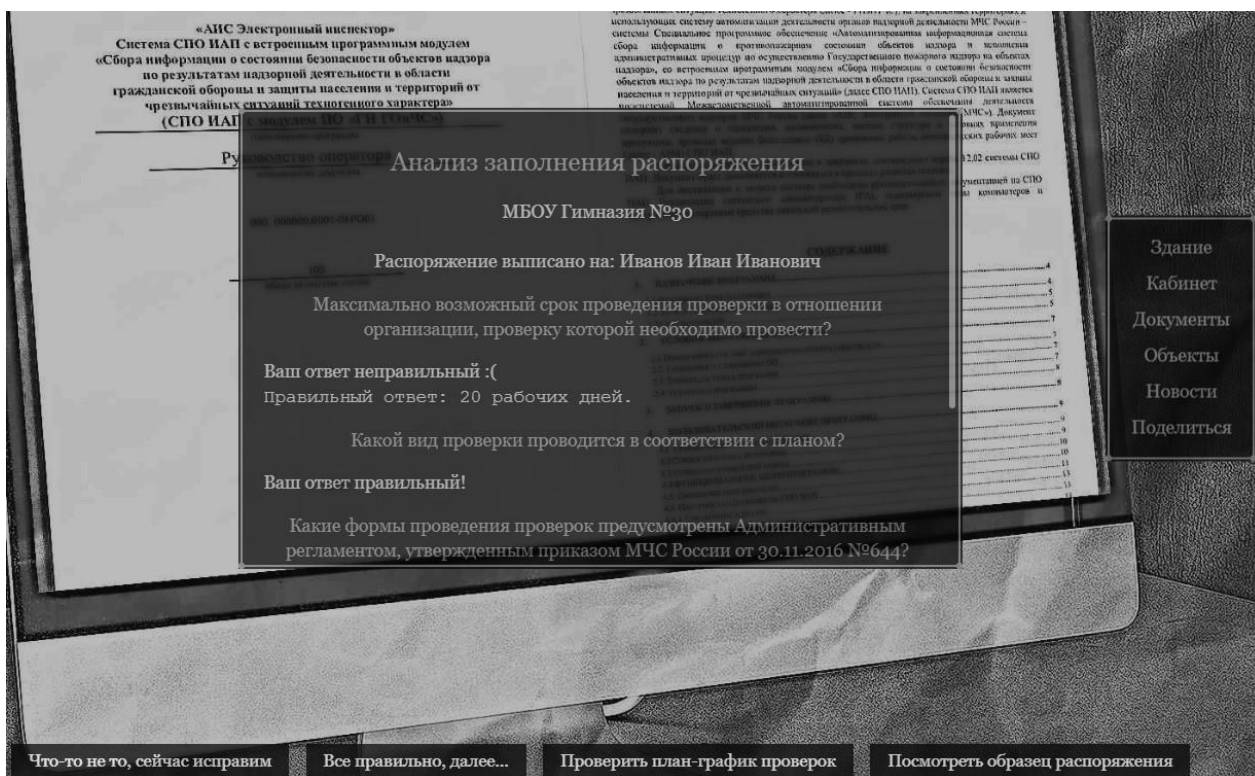


Рис. 3. Анализ заполненного распоряжения (заполнено с ошибкой)



Рис. 4. Осмотр объекта с использованием очков виртуальной реальности



Рис. 5. Пример отработки обучающимися практических навыков: фиксация тепловых зон в очаге пожара

Закрепление теоретических знаний – их практическая отработка – осуществляется на территории учебного центра академии (рис. 5), где обучающиеся на различных учебных местах проводят самостоятельный осмотр места пожара, выступая в роли дознавателя.

В перечень отрабатываемых вопросов входят:

1. Обнаружение следов инициаторов горения с помощью фото-ионизационного газоанализатора;

2. Работа с материальными следами при производстве осмотра места пожара;

3. Исследование следов орудий взлома и поджога;

4. Фиксация тепловых зон в очаге пожара (с акцентом на особенности фото- и видеозаписи при производстве осмотра места пожара);

5. Определение состояния устройств защиты электросети и выявление признаков загробления защиты;

6. Исследование строительных конструкций на месте пожара с помощью полевых инструментальных методов;

7. Установление фактов прижизненно-го или посмертного воздействия пожара на человека;

8. Фиксация состояния приборов учета электроэнергии на месте происшествия;

9. Установление признаков незаконного подключения к электросети;

10. Обнаружение и изъятие фрагментов электропроводки со следами аварийного режима работы;

11. Осмотр труднодоступных мест после пожара с помощью телевизионной установки;

12. Установление нарушений требований пожарной безопасности, предъявляемых к устройству и эксплуатации печей;

13. Исследование очаговой зоны на предмет обнаружения пиротехнических составов;

14. Выдвижение и отработка версий возникновения пожара в здании;

15. Отбор и упаковка вещественных доказательств на месте пожара;

16. Документальное оформление результатов осмотра места пожара.

В роли инспекторов государственного пожарного надзора обучающиеся проводят обследование зданий, расположенных на территории академии. В перечень отрабатываемых вопросов входят:

1. соответствие объекта защиты требованиям пожарной безопасности, установленных техническими регламентами и сводами правил;

2. сбор, анализ и подготовка исходных данных для расчета пожарного риска;

3. проверка параметров работы средств противопожарной защиты.

Список литературы

1. Коноваленко Е. П. Формирование у курсантов образовательных учреждений МЧС России ценностного отношения к будущей

Обсуждение

При апробировании указанных выше средств интерактивного обучения авторы настоящей статьи приходят к выводу, что дальнейшую работу целесообразно проводить в направлении разработки информационно-аналитической системы, которая позволит объединять такие тренажеры и комплексы (как существующие, так и вновь создаваемые) на основе системного подхода. Такая система позволит обеспечить формирование навыков принятия решений обучающимися, выступающими на практических занятиях в роли должностных лиц системы МЧС России. Также авторы полагают необходимой разработку модуля системы для учета и использования опыта решения управленческих задач, как положительного, так и отрицательного. Суть идеи сводится к фиксации эффективных приемов работы с тренажером и предоставлении доступа к их анализу другим обучающимся, а также анализ результатов использования акмулированного опыта [6].

В результате использования рассмотренных выше тренажеров образовательная среда вуза должна стать более практико-ориентированной, будет выступать в качестве квазипрофессионального пространства, ориентированного на развитие профессиональной компетентности будущего специалиста в условиях его обучения [7].

Вывод

Использование рассмотренных выше средств визуализации учебного материала позволяет повысить степень индивидуализации обучения, эффективность использования времени, отведенного обучающимся для самостоятельной работы, мотивацию при решении сложных управленческих задач.

Применение рассмотренных выше средств интерактивного обучения позволяет отрабатывать обучающимися теоретические знания (в том числе в часы самостоятельной работы), без необходимости выхода на объект защиты и совершенствовать подготовку в таких видах профессиональной деятельности обучающихся как сервисно-эксплуатационная, производственно-технологическая, научно-исследовательская, экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская.

профессии на основе 3-d панорамирования // Наука, образование, культура: материалы международной научной конференции, Ком-крат, 11 февраля, 2020. С. 371–373.

2. Ашимов Ф. М., Елинский В. И. Виртуальный осмотр места происшествия – инновационный метод повышения профессионального мастерства следователей // Российский следователь. 2013. Вып. 4. С. 6–8.

3. Шакирьянова Ю. П., Леонов С. В., Пинчук П. В. Создание трехмерной модели места происшествия на базе цифровых фотографий и кадров видеозаписи // Эксперт-криминалист. 2018. Вып. 4. С. 21–23.

4. Трущенко И. В. Использование сферической панорамной съемки и устройств виртуальной реальности для фиксации осмотра места происшествия // Энциклопедия судебной экспертизы. 2017. Вып. 4(15). http://www.proexpertizu.ru/general_questions/753.

5. Гессе Ж. Ф., Таратанов Н. А., Богданов И. А. Современный подход к визуализации образовательного процесса // Человек и природа: сборник научных статей, Чебоксары, 2018. С. 241–245.

6. Абрамов А. П., Олейников В. Т., Топольский Н. Г. Интеллектуальная поддержка управления силами и средствами пожарно-спасательных формирований: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 223 с.

7. Солянкина Л. Е. Практико-ориентированная образовательная среда как детерминант развития профессиональной компетентности будущего специалиста // Вестник ТГУ. 2010. Вып. 11(91). С. 79–85.

References

1. Konovalenko E. P. Formirovanie u kursantov obrazovatel'nyh uchrezhdenij MCHS Rossii cennostnogo otnosheniya k budushchej professii na osnove 3-d panoramirovaniya [Formation of the value attitude of cadets of educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia to the future profession on the basis of 3-d panning]. *Nauka, obrazovanie, kul'tura: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Komkrat, 11 fevralya, 2020*, pp. 371–373.

2. Ashimov F. M., Elinskij V. I. Virtual'nyj osmotr mesta proisshestviya – innovacionnyj metod povysheniya professional'nogo masterstva sledovatelej [Virtual inspection of the scene - an innovative method of improving the professional skills of investigators]. *Rossijskij sledovatel'*, 2013, vol. 4, pp. 6–8.

3. Shakir'janova Ju. P., Leonov S. V., Pinchuk P. V. Sozdanie trekhmernoj modeli mesta proisshestviya na baze cifrovych fotografij i kadrov videozapisi [Creation of a three-dimensional model of the scene of the incident based on digital photographs and video frames]. *Jekspert-kriminalist*, 2018, vol. 4, pp. 21–23.

4. Trushhenkov I. V. Ispol'zovanie sfericheskoj panoramnoj s'emki i ustrojstv virtual'noj real'nosti dlya fiksacii osmotra mesta proisshestviya [The use of spherical panoramic shooting and virtual reality devices to record the inspection of the scene]. *Entsiklopediya sudebnoj ekspertizy*, 2017, vol. 4(15). http://www.proexpertizu.ru/general_questions/753.

5. Gesse Zh. F., Taratanov N. A., Bogdanov I. A. Sovremennyj podhod k vizualizacii obrazovatel'nogo processa [Modern approach to visualization of the educational process]. *Chelovek i priroda: sbornik nauch. statej, Cheboksary, 2018*, pp. 241–245.

6. Abramov A. P., Olejnikov V. T., Topol'skij N. G. *Intellektual'naja podderzhka upravlenija silami i sredstvami pozharo-spasatel'nyh formirovanij: monografija* [Intellectual support for the management of forces and means of firefighting and rescue units: Monograph]. Moscow: Akademija GPS MChS Rossii, 2019, 223 p.

7. Soljankina L. E. Praktiko-orientirovannaya obrazovatel'naya sreda kak determinant razvitiya professional'noj kompetentnosti budushchego specialista [Practice-oriented educational environment as a determinant of the development of professional competence of a future specialist]. *Vestnik TGU*, 2010, vol. 11(91), pp. 79–85.

Таратанов Николай Александрович

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

кандидат химических наук, доцент

E-mail: taratanov_n@mail.ru

Taratanov Nikolaj Aleksandrovich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences, docent

E-mail: taratanov_n@mail.ru

Лапшин Сергей Сергеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
старший преподаватель
E-mail: wfxdfx@gmail.com

Lapshin Sergey Sergeevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer
E-mail: wfxdfx@gmail.com

Коноваленко Евгений Петрович

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

Konovalenko Evgenij Petrovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
head of department
E-mail: zedzero@mail.ru

Мочалов Антон Михайлович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
старший преподаватель
E-mail: anton.mochalov.93@mail.ru

Mochalov Anton Mihajlovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer
E-mail: anton.mochalov.93@mail.ru

УДК 614.849

МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА БОЕВОЕ РАЗВЕРТЫВАНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

С. В. ФРОЛЕНКОВ

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
E-mail: fsv83@mail.ru

В работе проведена постановка и решение важной научной задачей состоящей в разработке модели для количественного учета влияния факторов на продолжительность боевого развертывания сил и средств пожарных подразделений путем совершенствования методики анализа факторов на основе модифицированной шкалы их важности. Проведен анализ специфики расчета продолжительности боевого развертывания сил и средств, определены основные направления исследования факторов, влияющих на реализацию данного вида оперативно-тактического действия пожарных подразделений. Разработана модифицированная шкала важности факторов и предложена мультипликативная процедура оценки степени влияния факторов при расчете продолжительности развертывания сил и средств пожарных подразделений. Полученные результаты могут быть использованы при анализе оперативно-тактических действий пожарных подразделений, разработке нормативов по использованию уникальной пожарной техники при профессиональной подготовке пожарных, а также в качестве теоретической основы для создания алгоритмов выбора наиболее эффективных схем развертывания сил и средств пожарных подразделений в системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: моделирование оперативно-тактических действий пожарных подразделений; системы поддержки принятия решений; тушение пожаров.

MODEL THE INFLUENCE OF FACTORS ON COMBAT DEPLOYMENT FORCES AND MEANS OF FIRE DEPARTMENTS

S. V. FROLENKOV

Federal State Educational Institution of Higher Education Academy
of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia?
Russian Federation, Moscow
E-mail: fsv83@mail.ru

In this paper, we set and solve an important scientific problem consisting in the development of a model for quantifying the influence of factors on the duration of combat deployment of forces and means of fire departments by improving the methodology for analyzing factors based on a modified scale of their importance. The analysis of the specifics of calculating the duration of combat deployment of forces and means is carried out, the main directions of research of factors affecting the implementation of this type of operational and tactical action of fire departments are determined. A modified scale of importance of factors was developed and a multiplicative procedure for evaluating the degree of influence of factors when calculating the duration of deployment of forces and means of fire departments was proposed. The results obtained can be used in the analysis of operational and tactical actions of fire departments, the development of standards for the use of unique fire equipment in the professional training of firefighters, as well as as a theoretical basis for creating algorithms for selecting the most effective deployment schemes for fire departments in decision support systems.

Key words: modeling of operational and tactical actions of fire departments; decision support systems; fire extinguishing.

1. Постановка задачи исследования

Профилактика и тушение пожаров являются основными функциями в государственной системе обеспечения пожарной безопасности¹. Стремительное развитие экономики, особенно в области строительства зданий и сооружений, определяет необходимость развития оперативно-тактических действий пожарных подразделений. Прогнозирование возможных нестандартных ситуаций при тушении пожаров обеспечивает необходимый уровень управления оперативно-тактическими действиями пожарных, является неотъемлемой частью профилактики возникновения пожаров и гарантом повышения эффективности их тушения.

Теоретические положения управления оперативно-тактическими действиями пожарных подразделений по тушению пожаров в зданиях и на открытых пространствах определяют целый спектр направлений развития, одним из которых является совершенствование приемов и способов развертывания сил и средств пожарных подразделений. Боевое развертывание сил и средств является одним из составляющих этапов времени свободного развития пожара. Существует широкий перечень объектов противопожарной защиты, для которых этап боевого развертывания сил и средств превышает этап следования к месту вызова. Однако, в отличие от следования к месту вызова, которому уделено внимание в нормативной базе регулирующей вопросы пожаротушения², боевое развертывание сил и средств наряду с другими боевыми действиями не заслуженно отнесено на второстепенный план. Стоит отметить, что своевременное прибытие пожарных подразделений к месту вызова еще не гарантирует качественное решение боевой задачи, поэтому совершенствовать оперативно-тактические действия пожарных подразделений принято с позиций системного анализа [1].

Современные уникальные образцы пожарной техники и пожарного оборудования определяют необходимость разработки специфических схем развертывания сил и средств пожарных подразделений. При этом в теоретическом плане анализ данных схем необходим для установления количественных оценок продолжительности их реализации. В данном направлении сложилась следующая тенденция анализа продолжительности этапов боевого

развёртывания сил и средств пожарных подразделений. С одной стороны, на основе нормативов выполнения действий с пожарной техникой и оборудованием [2] определяют нормативную продолжительность развертывания, с другой стороны, учитывают факторы, которые на практике влияют на реализацию развертывания [3].

Общая формула для расчета продолжительности развертывания сил и средств пожарных подразделений записывается следующим образом [4]:

$$\tau_p = K \cdot \tau_n, \quad (1)$$

где: τ_p и τ_n – фактическая и нормативная продолжительность развертывания сил и средств, мин; K – поправочный коэффициент, учитывающий различные по природе факторы, влияющие на продолжительность развертывания.

Нормативная продолжительность развертывания сил и средств представляет собой функцию

$$\tau_n = f(N_{лс}; N_{по}; D), \quad (2)$$

где $N_{лс}$ – количество личного состава; $N_{по}$ – перечень используемого пожарного оборудования; D – элементарные нормативы.

Поправочный коэффициент определяется как произведение влияющих на развертывание факторов различной структуры

$$K = \prod_{i=1}^p K_i, \quad (3)$$

где K_i – фактор с номером i , влияющий на продолжительность развертывания сил и средств пожарных подразделений; p – общее количество факторов.

Общая структура анализа продолжительности боевого развёртывания сил и средств в виде иерархии представлена на рисунке.

Стоит отметить, что к настоящему времени сформирована база данных элементарных нормативов процесса развёртывания сил и средств, в зависимости от схем развертывания и используемого пожарного оборудования с учетом эргономики его применения. В этой связи важной научной задачей является разработка модели для количественного учета влияния факторов на продолжительность боевого развертывания сил и средств пожарных подразделений путем совершенствования методики анализа факторов на основе модифицированной шкалы их важности.

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

² Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

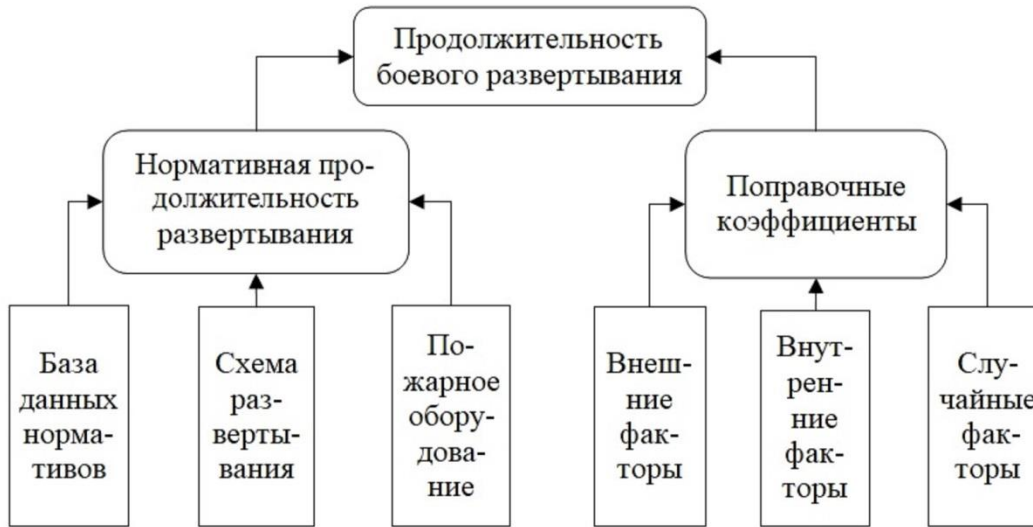


Рис. 1. Схема анализа продолжительности боевого развертывания сил и средств пожарных подразделений

2. Формальная модель важности факторов

Формальная задача анализа факторов, влияющих на продолжительность боевого развертывания сил и средств пожарных подразделений, включает в себя: множество факторов и оценки важности факторов, пропорциональные степени влияния фактора на продолжительность развертывания [5, 6]. Зададим множество вариантов реализации схем развертывания:

$$y_i \in Y, i=1,2,\dots,p, p \geq 2, \quad (4)$$

где y_i – схема развертывания с номером i ; p – количество схем развертывания.

$$G(y_i) \in G(Y) \rightarrow G(y_i) = (g_1(y_i) \times \dots \times g_s(y_i) \times \dots \times g_m(y_i)), \quad (7)$$

где $g_s(x_i)$ – оценка объекта с номером i по показателю с номером s ; $G(y_i)$ – комплексная оценка объекта с номером i .

3. Процедура анализа важности факторов

Процедура анализа факторов, влияющих на продолжительность боевого развертывания пожарных подразделений включает в себя четыре этапа [7].

На первом этапе определяют номера факторов $I = \{1, 2, \dots, n\}$. Среди всех номеров определяют две группы: факторы с номерами $i \in I_A$ – наиболее значимые факторы и

Определим число факторов, влияющих на развертывание:

$$g_s \in G, s=1,2,\dots,m, m \geq 2, \quad (5)$$

где g_s – фактор с номером s ; m – число факторов, используемых для анализа продолжительности развертывания сил и средств.

Тогда оценки по факторам g_s определим следующим образом:

$$K_s \in K, s=1,2,\dots,m, m \geq 2. \quad (6)$$

Тогда оценка важности схемы реализации развертывания сил и средств имеет вид $G(Y)$:

$j \in I_B$ – менее значимые факторы. Пусть a – число факторов с номерами $i \in I_A$, тогда b – число факторов с номерами $j \in I_B$ и условие нормировки $a + b = p$.

На втором этапе для каждой пары факторов с номерами $i \in I_A$ и $j \in I_B$ определяют важность по шкале $\varphi_{ij} \in (0,1)$ используя для этого оценки факторов (7) и параметры важности w_i, w_j .

На третьем этапе определяются коэффициенты факторов по важности ω с использованием формул:

- для факторов с номерами $i \in I_A$

$$\omega_i = \frac{1 + \sum_j \varphi_{ij}}{a(1+b)}; \quad (8)$$

- для факторов с номерами $j \in I_B$

$$\omega_j = \frac{a - \sum_i \varphi_{ij}}{a(1+b)}. \quad (9)$$

На четвертом этапе после того как определены параметры вычисляем оценки факторов K_s по формуле:

$$K_s = \frac{\omega_s}{\text{Min}\{\omega\}}. \quad (10)$$

Стоит отметить, что шкала важности φ предназначена для аддитивного случая применения оценок по факторам K , то есть

$$K = \sum_{s=1}^p K_s. \quad (11)$$

В свою очередь для применения оценок по факторам в мультипликативной модели необходимо модифицировать шкалу важности φ в модифицированную шкалу ϕ .

4. Модификация шкалы важности факторов

В моделях анализа факторов для аддитивного случая шкала важности φ_{ij} задана по предпочтению $y_1 \succ y_2$ следующим образом [5, 6]:

$$\varphi_{ij} = \frac{w_j}{w_i + w_j}, \quad (12)$$

где w_i и w_j параметров важности факторов g_i и g_j .

Параметры важности определяются по формулам:

$$\begin{aligned} g_i(y') - g_i(y'') &= w_i, \\ g_j(y'') - g_j(y') &= w_j. \end{aligned} \quad (13)$$

Модификация факторов в аддитивной схеме определена условием

$$\begin{aligned} g_{ij}(y') &= g(y''), \\ g_{ij}(y) &= \varphi_{ij} f_i(y) + (1 - \varphi_{ij}) \cdot f_j(y). \end{aligned} \quad (14)$$

Для этого применим к исходным факторам $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ критерию допустимое монотонное преобразование $G = \{\ln g_1, \ln g_2, \dots, \ln g_m\}$. Зададим параметры

$$\begin{aligned} \ln g_i(y') &> \ln g_i(y''), \\ \ln g_j(y'') &> \ln g_j(y'). \end{aligned}$$

Тогда параметры определим из условий (13) w_i, w_j :

$$\begin{aligned} \ln g_i(y') - \ln g_i(y'') &= \ln \frac{g_i(y')}{g_i(y'')} = w_i, \\ \ln g_j(y'') - \ln g_j(y') &= \ln \frac{g_j(y'')}{g_j(y')} = w_j. \end{aligned}$$

В силу теории эквивалентности преобразование \ln из дальнейших рассуждений можем исключить и для удобства введем обозначения:

$$w_i = \frac{g_i(y')}{g_i(y'')} > 1, \quad w_j = \frac{g_j(y'')}{g_j(y')} > 1. \quad (15)$$

Тогда для всех $i \in I_A, j \in I_B$ новые модифицированные факторы g_{ij} рассчитаем по формуле:

$$g_{ij}(y) = f_i(y)^{\phi_{ij}} \cdot f_j(y)^{1-\phi_{ij}}. \quad (16)$$

Итак, рассмотрим простейший случай, когда в анализе схем разворачивания имеется два фактора $G = \{g_1, g_2\}$ и две схемы $Y = \{y_1, y_2\}$, соответствующие им две векторные оценки $g_1(y_1), g_2(y_1)$ и $g_1(y_2), g_2(y_2)$.

Положим, что $g_1(y_1) > g_1(y_2)$ и $g_2(y_1) < g_2(y_2)$. Пусть $y_1 \succ y_2$, тогда фактор с номером 1 относится к группе I_A , а фактор с номером 2 к группе I_B . Очевидно, что фактор с номером 1 важнее фактора с номером 2 с параметрами:

$$w_1 = \frac{g_1(y_1)}{g_1(y_2)} \text{ и } w_2 = \frac{g_2(y_2)}{g_2(y_1)}. \quad (17)$$

Воспользуемся условием равенства модифицированных факторов (13):

$$g_1(y_1)^{\phi_{ij}} \cdot g_2(y_1)^{1-\phi_{ij}} = g_1(y_2)^{\phi_{ij}} \cdot g_2(y_2)^{1-\phi_{ij}} \quad (18)$$

Запишем полученное равенство следующим образом

$$\left(\frac{g_1(y_1)}{g_1(y_2)} \right)^{\phi_{ij}} = \left(\frac{g_2(y_2)}{g_2(y_1)} \right)^{1-\phi_{ij}}. \quad (19)$$

Используя соотношения (4.6) получим

$$w_i^{\phi_{ij}} = w_j \cdot \left(\frac{1}{w_j} \right)^{\phi_{ij}}. \quad (20)$$

Преобразуем полученное выражение к виду

$$(w_i \cdot w_j)^{\phi_{ij}} = w_j.$$

Тогда шкала важности ϕ_{ij} будет определена формулой:

$$\phi_{ij} = \log_{w_i w_j} w_j. \quad (21)$$

Таким образом, сформирована модифицированная шкала важности, позволяющая получить оценки по факторам в схемах развертывания сил и средств для мультипликативного случая.

Список литературы

1. Тербнев В. В., Семенов А. О., Тараканов Д. В. Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21. № 10. 100 с.
2. Фроленков С. В., Тербнев В. В. Информационный каталог элементарных действий и нормативов боевого развертывания сил и средств подразделений пожарной охраны. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019622040, 12.11.2019. Заявка № 2019622008 от 29.10.2019.
3. Семенов А. О., Баканов М. О., Тараканов Д. В. Структурная схема для решения задач по основам тактики тушения пожаров // Пожарная и аварийная безопасность. 2020. № 1(16). С. 36–42.

Заключение

Таким образом, в процессе решения научной задачи состоящей в создании модели для количественного учета влияния факторов на продолжительность развертывания сил и средств пожарных подразделений, получены следующие основные результаты:

- проведен анализ специфики расчета продолжительности развертывания сил и средств, определены основные направления исследования факторов, влияющих на реализацию данного вида оперативно-тактического действия пожарных подразделений;

- проведена аналогия с аддитивной моделью анализа и предложена мультипликативная процедура оценки степени влияния факторов, для этого разработана модифицированная шкала важности факторов.

Полученные результаты могут быть использованы при анализе боевых действий пожарных подразделений, разработке новых нормативов для профессиональной подготовки пожарных, а также в качестве теоретической основы для создания алгоритмов выбора наиболее эффективных схем оперативно-тактических действий пожарных подразделений. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на разработку структуры для информационно-аналитической поддержки принятия решений по выбору схем развертывания сил и средств при тушении пожаров в зданиях и на открытых пространствах.

4. Тербнев В. В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. М.: Пожкнига, 2004. 256 с.

5. Noghin V. D. Reducing the Pareto set based on set-point information. Scientific and Technical Information Processing, 2011, vol. 38. issue 6, pp. 435–439.

6. Ногин В. Д. Предельные возможности сужения множества Парето с помощью квантов нечеткой информации // Искусственный интеллект и принятие решений. 2017. № 4. С. 69–77.

7. Тараканов Д. В. Многокритериальная модель управления пожарно-спасательными подразделениями // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 4(74). С. 148–154. <http://academygps.ru/ttb>.

8. Шалявин Д. Н., Кулагин А. В., Сорокин А. А. Модель ранжирования многофункциональных тренировочных объектов для специальной подготовки пожарных // Технологии техносферной безопасности. 2019. № 4 (86). С. 71–78. <http://academygps.ru/ttb>.

References

1. Terebnev V. V., Semenov A. O., Tarakanov D. V. Teoreticheskiye osnovy prinyatiya resheniy pri upravlenii silami i sredstvami na pozhare [Theoretical foundations of decision-making when managing forces and means in a fire.] *Pozharovzryvobezopasnost*, 2012, vol. 21, issue 10, 100 p.

2. Frolenkov S. V., Terebnev V. V. *Informatsionnyy katalog elementarnykh deystviy i normativov boyevogo razvertvaniya sil i sredstv podrazdeleniy pozharной okhrany* [Information catalog of elementary actions and standards of combat deployment of forces and means of fire departments]. Database registration certificate RU 2019622040, 12.11.2019. Application No. 2019622008 dated October 29, 2019.

3. Semenov A. O., Bakanov M. O., Tarakanov D. V. Strukturnaya skhema dlya resheniya zadach po osnovam taktiki tusheniya pozharov [Block diagram for solving problems on the basis of fire extinguishing tactics]. *Pozharnaya i avariynaya bezopasnost'*, 2020, vol. 1(16), pp. 36–42.

4. Terebnev V. V. *Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. Takticheskiye vozmozhnosti pozharnykh podrazdeleniy* [Reference book of the head of fire extinguishing. Tactical capabilities of fire departments]. Moscow: Pozhkniga, 2004, 256 p.

5. Noghin V. D. Reducing the Pareto set based on set-point information. *Scientific and Technical Information Processing*, 2011, vol. 38, issue 6, pp. 435–439.

6. Nogin V. D. Predel'nyye vozmozhnosti suzheniya mnozhestva Pareto s pomoshch'yu kvantov nechetkoy informatsii [Limiting possibilities of narrowing the Pareto set using quanta of fuzzy information]. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy*, 2017, issue 4, pp 69–77.

7. Tarakanov D. V. Mnogokriterial'naya model' upravleniya pozharно-spasatel'nymi podrazdeleniyami [Multicriteria management model for fire-rescue divisions]. *Tekhnologii tekhnosferной bezopasnosti*, 2017, vol. 4(74), pp. 148–154. <http://academygps.ru/ttb>.

8. Shalyavin D. N., Kulagin A. V., Sorokin A. A. Model' ranzhirovaniya mnogofunktsional'nykh trenirovochnykh ob'yektov dlya spetsial'noy podgotovki pozharnykh [A ranking model for multifunctional training facilities for special training of firefighters]. *Tekhnologii tekhnosferной bezopasnosti*, 2019, vol. 4(86), pp. 71–78. <http://academygps.ru/ttb>.

Фроленков Сергей Викторович

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
адъюнкт заочной формы обучения
E-mail: fsv83@mail.ru

Frolenkov Sergey Viktorovich

Federal State Educational Institution of Higher Education Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia,
Russian Federation, Moscow
distance learning associate
E-mail: fsv83@mail.ru

УДК 614.849

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ПОЖАРАХ И ЗАДЫМЛЕНИИ

Н. Г. ТОПОЛЬСКИЙ², Д. В. ТАРАКАНОВ², Е. В. СТЕПАНОВ¹, И. В. БАГАЖКОВ²

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

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

E-mail: ntopolskii@mail.ru, den-pgsm@mail.ru, stepanov9619@mail.ru, big-99@mail.ru

В статье предложен подход к решению задачи определения времени обследования группами разведки здания при поиске пострадавших. Показана возможность применения разработанной пространственной модели на основе клеточного автомата. Произведена апробация модели для решения практической задачи. Дальнейшее развитие модели будет направлено на обеспечение применимости при более сложной планировке здания.

Ключевые слова: спасание людей, поиск пострадавших, клеточный автомат, оперативное управление, время работы звеньев ГДЗС, объемно-планировочные решения.

SPATIAL MODEL FOR MANAGING THE ACTIONS OF SEARCH AND RESCUE UNITS DURING FIRES AND SMOKE

N. G. TOPOLSKIY¹, D. V. TARAKANOV², E. V. STEPANOV¹, I. V. BAGAZHKOV²

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 Budget Educational Establishment of Higher Education

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

E-mail: ntopolskii@mail.ru, den-pgsm@mail.ru, stepanov9619@mail.ru, big-99@mail.ru

The article offers an approach to solving the problem of determining the time of survey by the survey teams of the building when searching for victims. The possibility of using the developed spatial model based on a cellular automaton is shown. The model was tested to solve a practical problem. Further development of the model will be aimed at ensuring applicability for more complex building layouts.

Key word: rescue of people, search for victims, cellular automaton, operational management, working hours of GDZS links, space planning solutions.

Спасание людей при пожаре является основной боевой задачей подразделений пожарной охраны (ПО). Проводится, как правило, с одновременным развертыванием сил и средств личным составом подразделений ПО. В настоящее время нередки случаи травмирования и гибели людей при возникновении пожаров [1]. При спасании людей из зданий и сооружений руководитель тушения пожара (РТП) обязан произве-

сти организацию и поиск людей, нуждающихся в спасении. Исходя из этого, вопросы проведения боевых действий по тушению пожаров, а в частности поиск и обнаружение пострадавших, являются достаточно актуальными. Одним из решающих факторов проведения эффективных поисковых работ является владение оперативной информацией о том, где предположительно находится пострадавший. В случаях отсутствия точной информации или ее неоднозначности руководителю тушения пожара приходится работать в условиях неопределенности.

Информация, получаемая от администрации объекта, а также в ходе опроса очевидцев применяется для установления предположительного местонахождения пострадавших, уточнения их количества, установления наилучшего маршрута движения к ним, определения наличия опасностей. Зачастую количество данной информации недостаточно, либо же она противоречива для принятия обоснованного и эффективного решения РТП. Поэтому современные автоматизированные системы поддержки принятия решений (АСППР) при тушении пожаров включают в себя не только средства сбора информации, но и аналитические системы, позволяющие формализовать большое количество информации и визуализировать ее для лучшего понимания лицом, принимающим решение (ЛПР) [2–6].

В настоящее время методология решения задачи, состоящей в поиске пострадавшего в здании, носит вероятностный характер. В соответствии с методикой, опубликованной в работе [7,8], вероятность обнаружения пострадавшего с использованием групп разведки пожарно-спасательных подразделений зависит от площади зоны поиска в здании.

Расчетное значение вероятности обнаружения человека в задымленном помещении к заданному времени определяется по формуле 1:

$$P_{об} = 1 - \exp\left(\frac{-U\tau_{п}}{S_p}\right), \quad (1)$$

где: U – производительность поиска (время одновременного нахождения на площади S_p группы разведки и отыскиваемого пострадавшего), мин.

Производительность групп разведки пожара в составе m звеньев ГДЗС в здании оценивается по формуле 2:

$$U = V\{(m - 1)d + 2D\}, \quad (2)$$

где: V – скорость движения звена ГДЗС, м/мин;

m – количество звеньев ГДЗС;

d – эффективность расстояния между звеньями, м;

D – условия видимости, м.

Однако, применение данного подхода не учитывает такие факторы, как сложность планировки, объемно планировочные решения и т.п. Для решения данной задачи в работе представлена пространственная модель на основе клеточного автомата, реализованная в среде MS Excel. Применение клеточного автомата, а не информационно-аналитических систем с применением 3D-технологий, обусловлено тем, что реализация «легкой» вычислительной модели позволяет реализовывать ее непосредственно на месте тушения пожара

для оперативного управления и не требует повышенной вычислительной мощности, а также высоких требований к квалификации пользователя.

Разработанный клеточный автомат позволяет определять области каждого помещения на этаже и в зависимости от количества углов комнаты и четности количества строк и столбцов клеток определять маршрут обследования каждого помещения и этажа в целом с наименьшим количеством переходов. Для начала работы необходимо обозначить стены (заливка черным цветом), вход (Вх), выход (Вых) и двери (Дв). Возможно совмещение входа и выхода, тогда будет считаться, что вход и выход совпадают. Принципиальная схема с учетом вводимых данных представлена на рис. 1.

Результаты моделирования с применением разработанного клеточного автомата представлены на рис. 2. Моделирование заканчивается после посещения всех клеток и достижения выхода. Параллельно с работой клеточного автомата в столбце А отмечается каждый шаг, это необходимо при проверке минимального количества шагов при обследовании и для дальнейшего анализа маршрута следования.

Разработанная пространственная модель позволяет решать ряд следующих задач:

- обоснование количества звеньев ГДЗС, необходимых для проведения полной разведки в здании;

- определение наилучшего маршрута обследования;

- подготовка личного состава подразделений пожарной охраны к действиям по поиску пострадавших в здании;

- обоснование оснащения подразделений пожарной охраны дыхательными аппаратами со сжатым кислородом с условным временем защитного действия не менее 240 минут.

В качестве примера произведен расчет обследованной площади согласно представленной методике с помощью разработанной пространственной модели на основе клеточного автомата. Исходные параметры представлены в табл. 1. На рис. 3 представлена зависимость обследованной площади от времени.

Из анализа рис. 3 следует, что обследованная площадь зависит от планировки помещений и в определенных случаях значения, полученные с помощью расчетных формул представленной методики могут быть некорректными. Из этого следует, что необходимое время работы звеньев ГДЗС по обследованию здания может быть определено неверно.

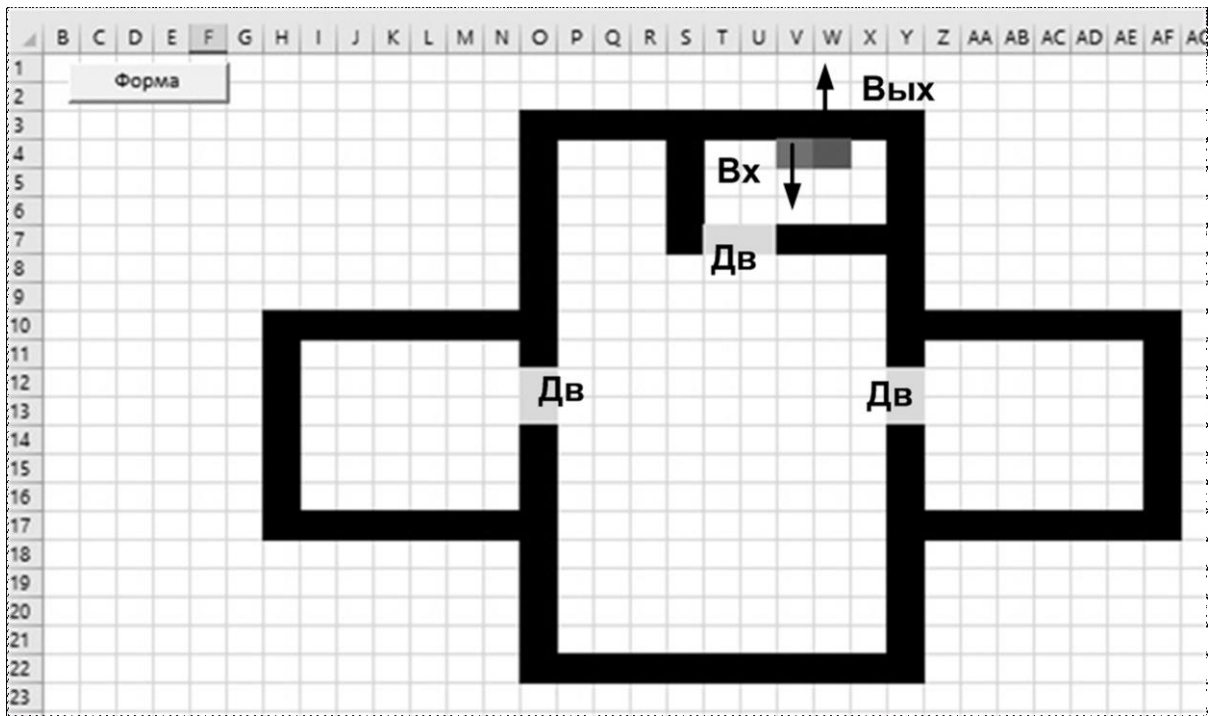
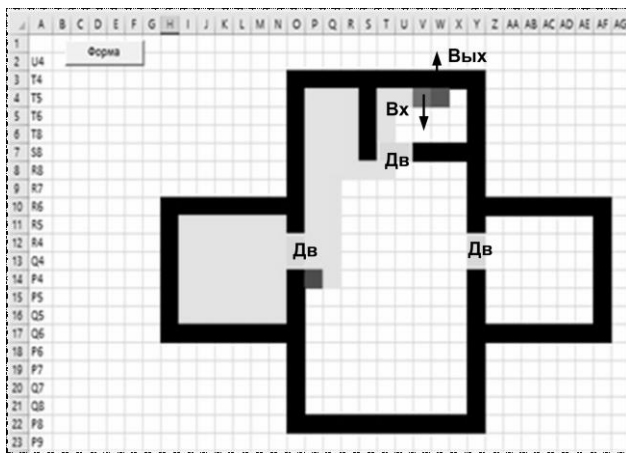
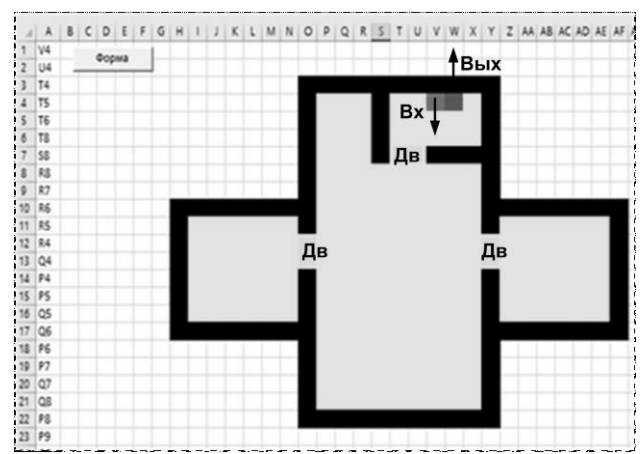


Рис. 1. Схема этажа для проведения моделирования



а)



б)

Рис. 2. Клеточный автомат пространственной модели:
а) процесс обследования помещений; б) окончание моделирования

Таблица 1. Исходные параметры поиска групп разведки

№ п/п	Показатель	Значение
1	V , м/мин	20
2	d , м	4
3	D , м	1
4	m , звеньев ГДЗС	1

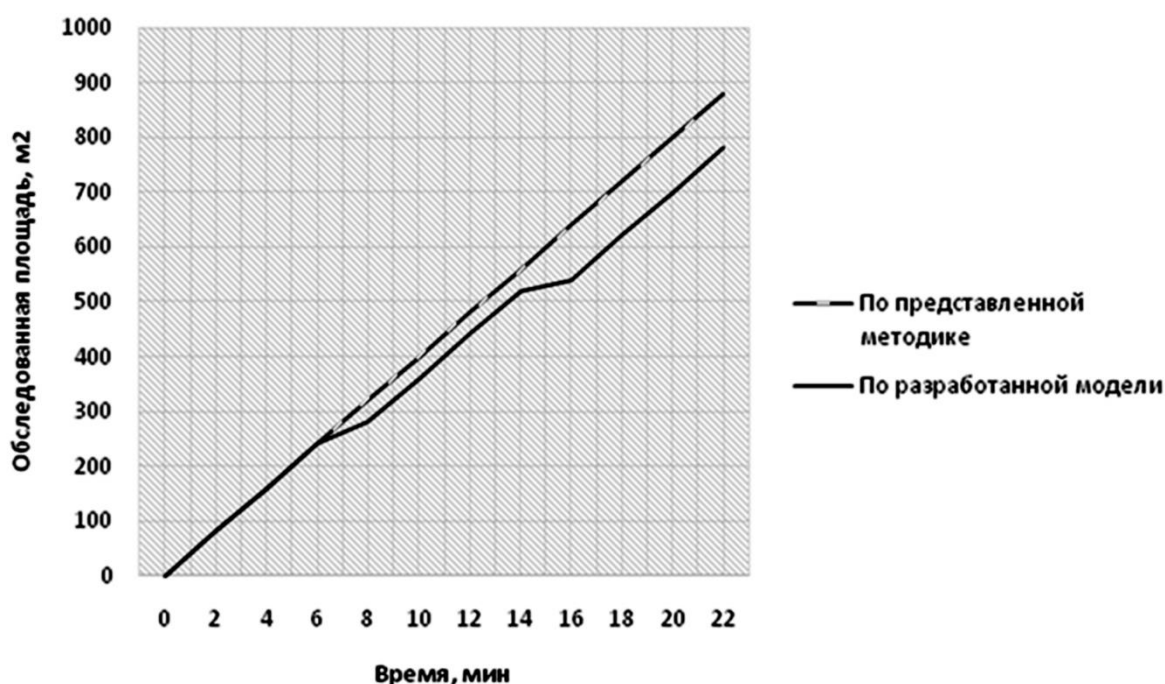


Рис. 3. Динамика обследованной площади по представленной методике и с помощью разработанной модели

Применение разработанной модели позволит учитывать такие факторы, как следование по уже обследованной области, в случаях, когда планировка помещений не позволяет исключить этого. Всё это, в свою очередь, позволит более точно прогнозировать необходимое время работы по обследованию здания с целью обоснованного применения расчетного количества групп разведки.

Таким образом, представлена пространственная модель на основе клеточного автомата, которая может быть использована

при оперативном управлении на месте пожара, а также при подготовке личного состава подразделений пожарной охраны. Дальнейшее развитие модели позволит в полной мере учитывать сложность планировки этажей зданий, что в свою очередь позволит более корректно прогнозировать время обследования помещений здания и применять полученные результаты для обоснования требуемого количества звеньев ГДЗС для проведения разведки, а также для обоснования их оснащения.

Список литературы

1. Полехин П. В., Чебуханов М. А.. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник / Под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
2. Топольский Н. Г., Тараканов Д. В., Михайлов К. А. Теоретические основы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании: монография / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Н. Г. Топольского. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 319 с.
3. Теребнев В. В., Семенов А. О., Тараканов Д. В. Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 10. Т. 21. С. 14–17.
4. Семенов А. О., Баканов М. О., Тараканов Д. В. Модели мониторинга и управления при ликвидации крупных пожаров: монография. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. 128 с.
5. Применение систем поддержки принятия решений руководителями оперативных подразделений при тушении пожаров в крупных городах / Тетерин И. М., Топольский Н. Г., Климовцов В. М. [и др.] // Технологии технологической безопасности. 2008. № 4(20). С. 7.
6. Семенов А. О. Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений при тушении природных пожаров // Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы IX всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2019 г.

ля 2018 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 582–585.

7. Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Корольченко Д. А. Противопожарная защита и тушение пожаров. Промышленные здания и сооружения (книга 2). М.: Пожнаука, 2006. 412 с.

8. Совершенствование информационного обеспечения групп разведки пожара при его мониторинге в здании с использованием инфракрасных технологий / Н. Г. Топольский, Д. В. Тараканов, К. А. Михайлов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28. № 3. С. 89–97.

References

1. Polekhin P. V., Chebuhonov M. A. *Pozhary i pozhnaya bezopasnost' v 2018 godu: Statisticheskii sbornik* [Fires and fire safety in 2018: Statistical collection] / Under total. ed. D. M. Gordienko. Moscow: VNIPO, 2019. 125 p.

2. Topolsky N. G., Tarakanov D. V., Mikhailov K. A. *Teoreticheskiye osnovy prinyatiya resheniy pri upravlenii silami i sredstvami na pozhare* [Theoretical foundations of support for the management of fire departments on the basis of monitoring the dynamics of fire in a building: monograph] / Ed. Dr. tech. Sciences, prof. N.G. Topolsky. Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of emergency situations of Russia, 2019. 319 p.

3. Terebnev V. V., Semenov A. O., Tarakanov D. V. *Teoreticheskiye osnovy prinyatiya resheniy pri upravlenii silami i sredstvami na pozhare* [Theoretical foundations of decision-making when managing forces and means on a fire]. *Pozharovzryvobezopasnost*, 2012, vol. 10, issue 21, pp. 14–17.

4. Semenov A. O., Bakanov M. O., Tarakanov D. V. *Modeli monitoringa i upravleniya pri*

likvidatsii krupnykh pozharov: monografiya [Models of monitoring and control in the elimination of large fires: monograph. Ivanovo]: Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2018. 128 p.

5. *Primeneniye sistem podderzhki prinyatiya resheniy rukovoditelyami operativnykh podrazdeleniy pri tushenii pozharov v krupnykh gorodakh* [Application of decision support systems by the heads of operational divisions in extinguishing fires in large cities] / I. M. Teterin, N. G. Topolskiy, V. M. Klimovtsov [et al.]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti*, 2008, vol 4(20), p. 7.

6. Semenov A. O. *Razrabotka avtomatizirovannoy sistemy podderzhki prinyatiya resheniy pri tushenii prirodnykh pozharov* [Development of an automated decision support system for extinguishing natural fires]. *Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: materialy IX vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ivanovo, 12 aprelya 2018 g.* Ivanovo: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies Russia, 2018, pp. 582–585.

7. Terebnev V. V., Artemiev N. S., Korolchenko D. A. *Protivopozhnaya zashchita i tusheniye pozharov. Promyshlennyye zdaniya i sooruzheniya* [Fire protection and fire fighting. Industrial buildings and structures] (book 2). Moscow: Pozhnauka, 2006. 412 p.

8. *Sovershenstvovaniye informatsionnogo obespecheniya grupp razvedki pozhara pri yego monitoringe v zdanii s ispol'zovaniyem infrakrasnykh tekhnologiy* [Improvement of information support of fire reconnaissance groups during its monitoring in a building using infrared technologies] / N. G. Topolskiy, D. V. Tarakanov, K. A. Mikhailov [et al.]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2019, vol. 28, issue 3, pp. 89–97.

Топольский Николай Григорьевич
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
доктор технических наук, профессор
E-mail: ntopolskii@mail.ru

Topolskiy Nikolai Grigorievich

Federal 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
doctor of technical Sciences, professor
E-mail: ntopolskii@mail.ru

Тараканов Денис Вячеславович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор технических наук, профессор
E-mail: den-pgsm@mail.ru

Tarakanov Denis Viacheslavovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of technical Sciences, professor
E-mail: den-pgsm@mail.ru

Степанов Егор Владимирович

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Москва
адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров
E-mail: stepanov9619@mail.ru

Stepanov Egor Vladimirovich

Federal 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
adjunct of the faculty of training of scientific and pedagogical personnel
E-mail: stepanov9619@mail.ru

Багажков Игорь Владимирович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат химических наук, преподаватель
E-mail: big-99@mail.ru

Bagazhkov Igor 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
candidate of chemical sciences, lecturer
E-mail: big-99@mail.ru

УДК 614.847

АЛГОРИТМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ УЧАСТНИКОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА ПРИ РАБОТЕ В НЕПРИГОДНОЙ ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Д. Н. ШАЛЯВИН, Д. В. ТАРАКАНОВ, Б. Б. ГРИНЧЕНКО

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

E-mail: sharap1897@rambler.ru, den-pgsm@mail.ru, grinchenko.borya@mail.ru

В рамках исследования, рассмотрено применение алгоритма информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде (НДС) совместно с системой дистанционного мониторинга на примере тушения пожара в кабельном сооружении объекта энергетики. Алгоритм предназначен для повышения качества принятия управленческих решений, путем оперативной обработки дискретной информации о параметрах безопасности участников тушения пожара, поступающей от системы дистанционного мониторинга лицу принимающего решение (ЛПР). Для повышения уровня безопасности в алгоритм внедрены управляющие воздействия, реализованные в виде цветовых индикаций, которые выбирает лицо, принимающее решение. Управляющие воздействия формируются на основе сопоставления фактических значений параметров безопасности, получаемых посредством системы дистанционного мониторинга и плановых параметров безопасности, полученных расчетным способом. Плановые значения параметров безопасности выбираются из сформированной базы данных информационных ресурсов системы поддержки управления, которая содержит множество элементарных работ, распределенных объектно-ориентированным способом.

Результаты работы могут быть использованы в практической деятельности пожарно-спасательных подразделений при планировании и управлении действиями по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде на объектах энергетики, с целью повышения уровня безопасности участников тушения пожара, за счет применения технических возможностей системы дистанционного мониторинга и предложенной алгоритмической структуры обработки массива поступающей информации при осуществлении процедур управления.

Ключевые слова: алгоритм управления безопасностью; участники тушения пожара; информационные ресурсы; мониторинг; база данных; энергетика.

SAFETY MANAGEMENT INFORMATION SUPPORT ALGORITHM PARTICIPANTS OF FIRE EXTINGUISHING WHILE WORKING IN AN UNSUITABLE FOR BREATHING ENVIRONMENT ON ENERGY OBJECTS

D. N. SHALIYAVIN, D. V. TARAKANOV, B. B. GRINCHENKO

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

E-mail: sharap1897@rambler.ru, den-pgs@yandex.ru, grinchenko.borya@mail.ru

As part of the study, the application of the information support algorithm for managing the safety of fire extinguishing participants when working in a breathless environment (VAT) together with a remote monitoring system using fire extinguishing in a cable structure of an energy facility as an example was considered. The algorithm is designed to improve the quality of managerial decision-making by processing discrete information on the safety parameters of fire extinguishing participants from the remote monitoring system to the control station. To increase the level of security, control actions are implemented in the algorithm, implemented in the form of color indications, which are selected by the decision maker (DM). Control actions are

formed on the basis of a comparison of the actual values of the safety parameters obtained through the remote monitoring system and the planned safety parameters obtained by calculation. The planned values of the security parameters are selected from the generated database of information resources of the management support system, which contains many elementary works distributed in an object-oriented manner.

The results of the work can be used in the practical activities of fire and rescue units in planning and managing fire fighting in an unhealthy environment at energy facilities, in order to increase the safety level of fire fighting participants, through the use of the technical capabilities of the remote monitoring system and the proposed algorithmic structure processing the array of incoming information during the implementation of management procedures.

Key words: security management algorithm; fire extinguishing participants; informational resources; monitoring; database.

Введение

Потребность населения Российской Федерации в электроэнергии ежегодно растет, что способствует увеличению количества вводимых в эксплуатацию электростанций (тепловых, гидравлических, атомных, газотурбинных, теплоэлектроцентралей). Положительная динамика развития энергетических объектов приводит к повышению вероятности возникновения аварий, которые, как правило, сопровождается пожарами. Возникновение пожара на объектах энергетического комплекса расценивается как чрезвычайная ситуация техногенного характера. Это связано с тем, что такие комплексы входят в перечень потенциально-опасных и критически-важных объектов¹. Нарушение режима функционирования на таких объектах, может привести к существенному ущербу экономике страны и снижению социальной безопасности жизнедеятельности населения. Аналитический обзор данных о чрезвычайных происшествиях на электростанциях позволил установить, что большинство пожаров возникают в машинных залах, трансформаторах, реакторах, масляных выключателях, в кабельных сооружениях. В связи с этим успешное тушение пожаров и ликвидация их последствий, а также эффективное применение сил и средств во многом зависит от заблаговременного планирования и организации подготовки пожарно-спасательных подразделений к выполнению боевых действий. При этом большая часть работ на пожаре выполняется в НДС, где первичной тактической единицей является звено газодымозащитной службы (ГДЗС). Звенья ГДЗС формируются не менее чем из двух человек, оснащенных дыха-

тельными аппаратами со сжатым воздухом единого типа с одинаковым временем защитного действия. Современные дыхательные аппараты оснащают системой дистанционного мониторинга² [7, 8, 9, 10], которая позволяет передавать информацию о текущих (фактических) параметрах безопасности газодымозащитников. Под параметрами безопасности понимаются ресурсы времени и воздуха (давление), которые ограничены типом дыхательного аппарата. Система дистанционного мониторинга направлена на обеспечение безопасности участников тушения пожара при работе в НДС, за счет уменьшения информационной нагрузки на ЛПП и повышения качества принимаемых решений, за счет автоматизации процессов управления. Работа в НДС на объектах энергетики предусматривает необходимость в большом количестве газодымозащитников (более трех звеньев ГДЗС). При формировании трех и более звеньев ГДЗС или по решению руководителя тушения пожара (РТП) создается контрольно-пропускной пункт ГДЗС (КПП ГДЗС), который возглавляет начальник КПП ГДЗС и входит в состав оперативного штаба на месте пожара³. Начальник КПП ГДЗС выступает в качестве лица, принимающего решение при организации работы звеньев ГДЗС на пожаре, и отвечает за обеспечение их безопасности. Однако, ввиду работы в непригодной для дыхания среде более трех звеньев

¹ О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21.12.1994 № 68-ФЗ [принят Гос. Думой 11.11.1994] (в ред. от 01.04.2020 г. № 98) // Собрание законодательства РФ. 2020. № 14 Ст. 2028.

² Руководство по эксплуатации комплекс «Маяк спасателя» СПНК.425624.013 РЭ Ред.1.3. Санкт-Петербург, 2011. 36 с.

³ Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 января 2013 г. № 3. <https://base.garant.ru/70340860/> (дата обращения 03.07.2020).

ГДЗС, увеличивается объем поступающей информации, которую необходимо своевременно обрабатывать, что оказывает непосредственное влияние на процесс принятия управленческих решений.

Целью исследования является разработка алгоритма информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде на основе применения технических возможностей систем дистанционного мониторинга.

В работе использованы методы теории принятия решений, теория алгоритмов.

Основная часть

Работа в НДС при тушении пожаров на объектах энергетики связана с повышенным уровнем наступления деструктивного события (травмированию и/или гибели сотрудников пожарной охраны), связанного с поражением электрическим током и нехваткой запасов дыхательных ресурсов для выполнения поставленных боевых задач. Так как при тушении пожаров на объектах энергетики в основном применяют дыхательные аппараты со сжатым воздухом, ЛПР должен уметь оперативно и грамотно распределять ресурсы воздуха в баллонах дыхательных аппаратов газодымозащитников, сочетая при этом эффективность и безопасность проводимых мероприятий. Доказано, что для случаев работы в непригодной для дыхания среде при тушении пожаров в сложных условиях необходимо применять вероятностные подходы, основанные на теории принятия решений в условиях риска и неопределенности [2, 5]. Это в первую очередь связано с множеством случайных факторов, оказывающих непосредственное влияние на легочную вентиляцию⁴ газодымозащитников при работе в НДС. Поэтому для организации качественного управления безопасной работой газодымозащитников необходимо осуществлять постоянный мониторинг в режиме реального времени за легочной вентиляцией. Это стало технически возможным с внедрением в конструкцию дыхательных аппаратов систем дистанционного мониторинга, которые в режиме реального времени передают значения параметров безопасности участников тушения по-

жара. Однако с появлением таких систем изменились классические условия информационного обеспечения должностных лиц на пожаре, отвечающих за условия безопасной работы участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде. Это в первую очередь связано с увеличением объема поступающей информации на пост безопасности (ПБ) и на КПП ГДЗС, что делает невозможным производить оперативную обработку данных в ручном режиме, для принятия взвешенных и качественных управленческих решений.

Для сравнения работы двух систем, приведем пример работы классической и современной структуры информационного обеспечения ЛПР на пожаре при работе в непригодной для дыхания среде и способы обработки поступающей информации на пост управления. Предположим, что пожар произошел в кабельном сооружении на тепловой электростанции (рис. 1). Для его тушения было сформировано два звена ГДЗС по четыре газодымозащитника со стволами ГПС-600 и два звена ГДЗС по четыре газодымозащитника для разведки помещений, находящихся над кабельными сооружениями, со стволами РСК-50 (рис. 1 а).

Процесс передачи и обработки информации при классической структуре (рис. 1 б) условно можно разделить на три этапа:

- на первом этапе после проведения рабочей проверки⁵ газодымозащитники сообщают свои контролируемые параметры давления воздуха в баллонах дыхательных аппаратах постовому на ПБ, после чего осуществляют вход в НДС;

- на втором этапе после обнаружения очага пожара командир звена ГДЗС запрашивает у каждого газодымозащитника давление воздуха в баллоне дыхательного аппарата, после чего сообщает эти значения посредством переносной радиостанции на ПБ;

- на третьем этапе обработанная информация на ПБ передается посредством переносной радиостанции командиру звена ГДЗС, где он ее анализирует и доводит принятые управленческие решения в обратном порядке.

⁴ ГОСТ Р 53255-2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г. № 26-ст.). <http://docs.cntd.ru/document/1200072073/> (дата обращения 03.07.2020).

⁵ Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 января 2013 г. № 3. <https://base.garant.ru/70340860/> (дата обращения 03.07.2020).

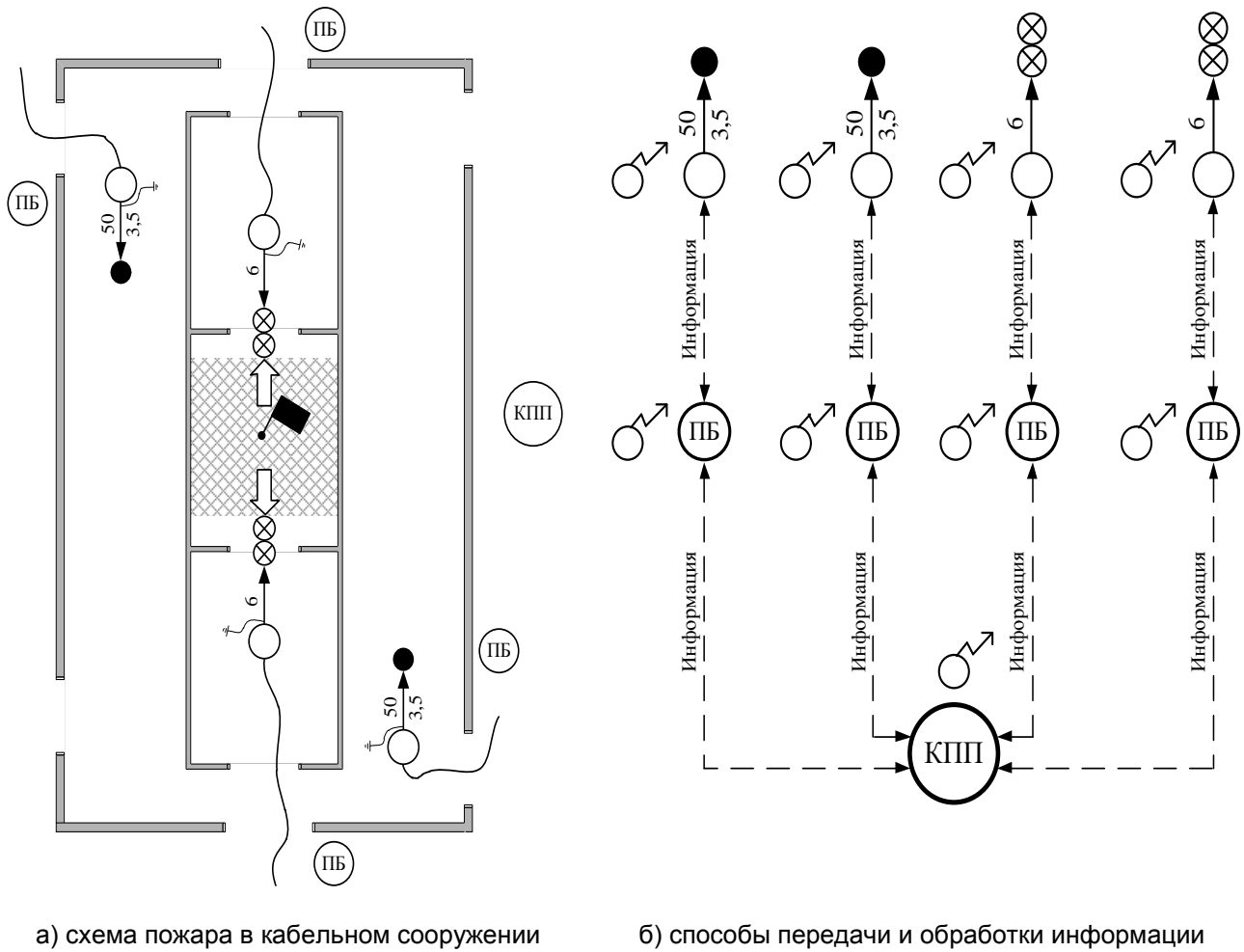


Рис. 1. Классическая структура управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде

Таким образом, в случае применения классической структуры информационного обеспечения, управление безопасностью основывается на двух показателях – давление включения в дыхательный аппарат и давление у очага пожара, при этом в расчетах используется среднее значение легочной вентиляции⁶. Начальнику КПП ГДЗС в кратчайшие сроки необходимо обрабатывать информацию, объемы которой могут увеличиваться в несколько раз (вводятся дополнительные и резервные звенья ГДЗС, меняется решающее направление на пожаре и др.), а стрессовость и напря-

женность обстановки на пожаре способствует снижению качества принимаемых управленческих решений и повышает риск допущения ошибки.

Современная структура информационного обеспечения построена на основе применения технических возможностей систем дистанционного мониторинга за параметрами безопасности участников тушения пожара (рис. 2).

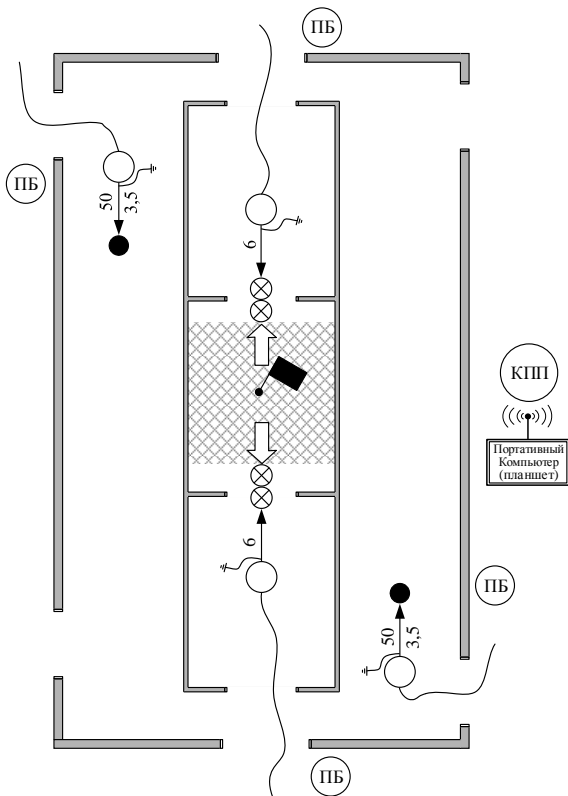
На схеме пожара (рис. 2 а) показано, что функции по передачи и обработки информации ПБ между звеньями ГДЗС и ЛПР, может выполнять система дистанционного мониторинга и портативный компьютер (планшет), который находится у начальника КПП ГДЗС [1, 6]. Информация о текущих параметрах безопасности газодымозащитников передается автоматически в режиме реального времени на КПП ГДЗС посредством GSM приемопередатчика или радиоканальной связи. (рис. 2 б). Дискретная информация обрабатывается

⁶ Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения: Утверждены заместителем Министра МЧС России генерал-полковником внутренней службы А.П. Чуприяном 5 августа 2013, Москва (с изменениями от 19 августа 2013 г. № 18-4-3-3158).

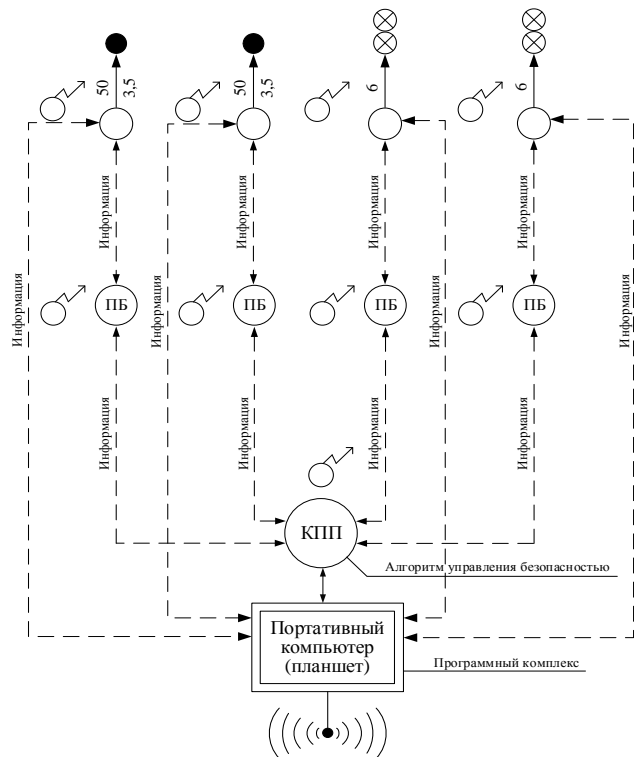
в портативном компьютере за счет использования программного средства, в котором внедрена вероятностная модель для цифровой обработки данных. На выходе программа формирует плановые параметры безопасности участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде.

Однако для возможности оперативного и качественного управления безопасностью

при обработке поступающей информации и выбора необходимого управленческого решения необходимо разработать алгоритм, позволяющий снизить нагрузку информационных потоков на ЛПП и обеспечить его только той информацией, которая позволит принимать взвешенные управленческие решения, затрачивая при этом минимальное количество ресурсов.



а) схема пожара в кабельном сооружении



б) способы передачи и обработки информации

Рис. 2. Современная структура управлением безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде

Алгоритм информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде

Принятие управленческих решений при использовании системы дистанционного мониторинга осуществляется путем разработанного алгоритма информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара, представленного на рис. 3. В качестве параметра безопасности при реализации комплекса работ (*R*) в непригодной для дыхания среде используется значение давления воздуха в баллоне дыхательного аппарата (*P*, атм). Для работы алгоритма необходимо иметь те-

кущие параметры безопасности участников тушения пожара, которые поступают от системы дистанционного мониторинга и плановые параметры безопасности, которые рассчитываются при помощи программного средства. При осуществлении своей деятельности ЛПП в программном средстве должен обозначить на план-схеме объект – а точки мониторинга, которые подразделяются на контрольные и промежуточные. Промежуточные точки мониторинга носят информативный характер, а контрольные точки мониторинга определяющий характер, на основе которого производится выбор одного из разработанных управляющих воздействий.

Так, в алгоритме на рис. 3 номера точек мониторинга параметров безопасности при реализации работы R обозначаются $k = 0, 1, \dots, n$ (n – номер конечной точки мониторинга); $P_{\text{факт}}$ – фактическое значение параметра безопасности в точке мониторинга с номером k ; $P_{k_1}^*$ и $P_{k_2}^*$ – первое и второе критическое значение параметра безопасности P в контрольной точке мониторинга с номером k .

Полученные плановые параметры безопасности сохраняются в базе данных информационных ресурсов для возможности их дальнейшего применения и анализа в процессе управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде. Далее производится сравнение реальных значений параметров безопасности с прогнозными параметрами, на основе которых ЛПР производит выбор одного из управляющих воздействий в соответствии с заданными условиями алгоритма.

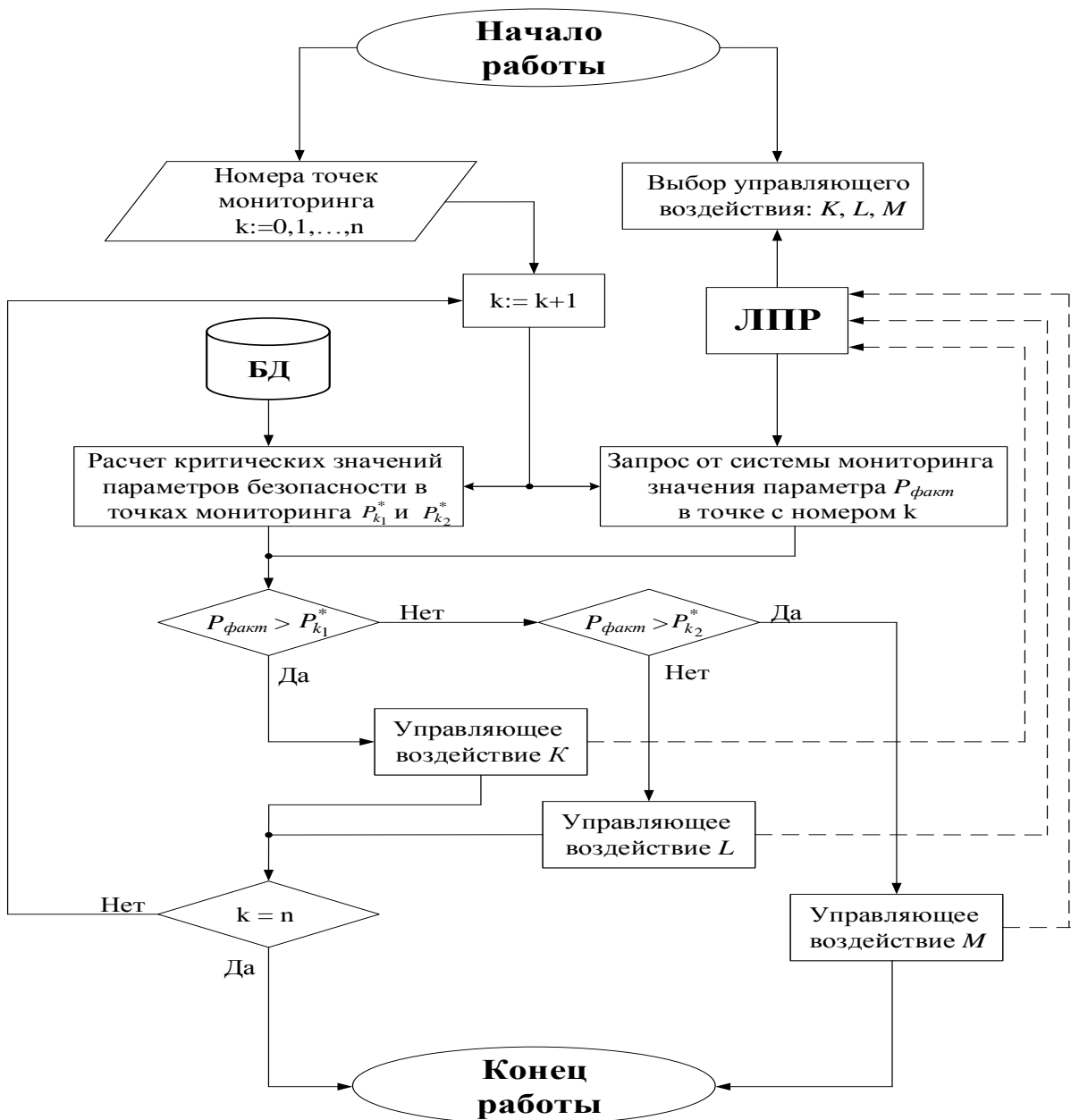


Рис. 3. Блок-схема алгоритма информационной поддержки управления безопасностью

Для удобства восприятия поступающей информации и оперативного принятия управленческих решений управляющие воздействия реализованы в виде цветовых индикаций, где:

- зеленый фон означает выполнение работы в запланированном режиме (управляющие воздействие K);

- желтый фон означает, что на реализацию последующей за R_i работой будет затрачено меньше времени (управляющие воздействие L);

- красный фон означает немедленное прекращение работы, вывод звена ГДЗС в безопасную зону, высылка резервного звена ГДЗС (управляющие воздействие M).

Таким образом, на основе полученных значений параметров безопасности в режиме реального времени посредством мониторинга ЛПП производит сравнение плановых параметров безопасности с фактическими параметрами, что в совокупности позволяет оперативно корректировать действия участников тушения пожара, с учетом специфики расхода воздуха индивидуально каждого газодымозащитника. В случаях потери связи между субъектом управления (начальник КПП ГДЗС) и объектом управления (звенья ГДЗС) или нештатной ситуации будут реализованы общепринятые детерминированные подходы к оценке параметров безопасности [3], которые рассчитываются в программном комплексе параллельно и выводятся при необходимости.

Список литературы

1. Гордеев А. Б., Тараканов Д. В. Методика расчета параметров работы газодымозащитников для автоматизации поста безопасности на пожаре // Пожарная и аварийная безопасность. сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. Иваново, 2014. С. 174–175.

2. Гринченко Б. Б. Вероятностная оценка необходимого запаса воздуха в дыхательных аппаратах при работе на пожаре // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4(74). С. 155–162.

3. Гринченко Б. Б., Тараканов Д. В. Автоматизированная система управления безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 4. С. 32–36.

Заключение

В работе представлен алгоритм информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде на основе применения технических возможностей систем дистанционного мониторинга. На примере схемы расстановки сил и средств пожарно-спасательных подразделений при тушении пожара на объектах энергетики в кабельных сооружениях представлено сравнение классической и современной структуры информационного обеспечения ЛПП при передаче и обработке поступающей информации о параметрах безопасности на пост управления. Показано, что применение технических возможностей дистанционного мониторинга снижает поток информационной нагрузки на ЛПП, минимизирует влияние человеческого фактора на допущение вычислительных ошибок (расчет осуществляется автоматизировано при помощи программного комплекса), повышает уровень безопасности при работе в непригодной для дыхания среде в условиях, ограниченных временем защитного действия дыхательного аппарата при выполнении комплекса работ в непригодной для дыхания среде. Представленная структура управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среде не предназначена для исключения общепринятых методов контроля безопасности газодымозащитников, а относится к вспомогательным функциям поддержки принятия решений для лиц, ответственных за безопасность при ведении действий по тушению пожаров.

4. Определение расхода воздуха при использовании спасательного устройства с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «ПРОФИ»-М / Д. Ю. Захаров, Р. М. Шипилов, А. С. Давиденко [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 3(32). С. 42–51.

5. Стрілець В. М. Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену: монографія [Закономірності діяльності спасателів при проведенні аварійно-спасательних робіт на станціях метрополітену: монографія] / Стрілець В. М., Бородич П. Ю., Росоха–Харків С. В.: НУЦЗХ, КП «Міська друкарня», 2012. 119 с.

6. Программное средство для расчета параметров работы звеньев газодымозащитной службы на пожарах. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015610223. 12.01.2015. Заявка

№ 2014661680 от 17.11.2014 / Теребнев В. В., Гордеев А. Б., Тараканов Д. В., Чистяков И. М.

7. Joo-Young Lee, Joonhee Park, Huiju Park, Aitor Coca, Jung-Hyun Kim, Nigel A.S. Taylor, Su-Young Son, Yutaka Tochihara. What do firefighters desire from the next generation of personal protective equipment? Outcomes from an international survey. *Industrial Health*. 2015, vol. 53, issue 5, pp. 434–444. DOI: 10.2486/indhealth.2015–0033.

8. Lee E.W.M. Application of artificial neural network to fire safety engineering. *Handbook on Decision Making. Intelligent Systems Reference Library*. L.C. Jain, C.P. Lim (eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2010, vol. 4, pp. 369–395. DOI: 10.1007/978-3-642-13639-9_15.

9. Markus Scholz, Dawud Gordon, Leonardo Ramirez, Stephan Sigg, Tobias Dyrks, Michael Beigl. A concept for support of firefighter frontline communication. *Future Internet*. 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.

10. Scholz M., Gordon D., Ramirez L., Sigg S., Dyrks T., Beigl M. A concept for support of firefighter frontline communication. *Future Internet*, 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390/fi5020113.

References

1. Gordeyev A. B., Tarakanov D. V. *Metodika rascheta parametrov raboty gazodymozashchitnikov dlya avtomatizatsii posta bezopasnosti na pozhare* [Methodology for calculating the parameters of gas and smoke protection for the automation of a security post in a fire]. *Pozharnaya i avariynaya bezopasnost', sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ivanovo, 2014, pp. 174–175.

2. Grinchenko B. B. Veroyatnostnaya otsenka neobkhodimogo zapasa vozdukh v dykhatel'nykh apparatakh pri rabote na pozhare [Probabilistic assessment of the required air supply in breathing apparatus when working in a fire]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti*, 2017, vol. 4(74), pp. 155–162.

3. Grinchenko B. B., Tarakanov D. V. *Avtomatizirovannaya sistema upravleniya bezopasnost'yu pri rabotakh na pozharah v neprigodnoy dlya dykhaniya srede* [Automated safety management system for work on fires in an unbreathable environment]. *Pozhary i chrezvy-*

chaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya, 2018, issue 4, pp. 32–36.

4. *Opredeleniye raskhoda vozdukh pri ispol'zovanii spasatel'nogo ustroystva s dykhatel'nykh apparatom na szhatom vozdukh PTS «PROFI»-M* [Determination of air consumption when using a rescue device with a breathing apparatus on compressed air PTS «PROFI»-M] / D. Yu. Zakharov, R. M. Shipilov, A. S. Davidenko [et al.]. *Sovremennyye problemy grazhdanskoy zashchity*, 2019, vol. 3(32), pp. 42–51.

5. Strilets V. M. *Zakonomirnosti diyal'nosti ryatuval'nikov pri provedenii avariynoryatuval'nikh robot na stantsiyakh metropolitenu: monografiya* [Regularities of the activity of rescuers during emergency rescue operations at metro stations: monograph] / Strilets V.M., Borodich P. YU., Rosokha–Kharkiv S. V.: NUTSZKH, KP «Mis'ka drukarnya», 2012, 119 p.

6. Terebnev V. V., Gordeyev A. B., Tarakanov D. V., Chistyakov I. M. *Programmnoye sredstvo dlya rascheta parametrov raboty zven'yev gazodymozashchitnoy sluzhby na pozharah* [Software tool for calculating the parameters of the units of the gas and smoke protection service on fires] *Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2015610223*, 12.01.2015. Zayavka № 2014661680 ot 17.11.2014.

7. Joo-Young Lee, Junghee Park, Huiju Park, Aitor Koka, Jong Hyun Kim, Nigel A. S. Taylor, Su-Young Son, Yutaka Tochihara. What do firefighters want from the new generation of personal protective equipment? Results of the international survey *industrial health*, 2015, vol. 53, issue 5, pp. 434–444. DOI: 10.2486 / indhealth.2015-0033.

8. Li E. V. M. application of artificial neural network in fire safety engineering *Handbook of decision-making. Reference library of intelligent systems*. L. C. Jain, C. P. Lim (EDS.). SPR, SPR: Springer, 2010. vol. 4, pp. 369–395. Dpi: 10.1007/978-3-642-13639-9_15.

9. Markus Scholz, Davud Gordon, Leonardo Ramirez, Stefan Sigg, Tobias Dirks, Michael Begle. Concept of support for front-line communication of firefighters *Internet of the future*. 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390 / fi5020113.

10. Scholz M., Gordon D., L. Ramirez, S. Sigg, holes T. Beigl M. the concept of fire support for frontline communications the future of the *Internet*, 2013, vol. 5, issue 2, pp. 113–127. DOI: 10.3390 / fi5020113.

Шальявин Денис Николаевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
адъюнкт очной формы обучения
E-mail: sharap1897@rambler.ru

Shaliavin Denis Nikolaevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
postgraduate student
E-mail: sharap1897@rambler.ru

Тараканов Денис Вячеславович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
доктор технических наук, профессор кафедры
E-mail: den-pgsm@mail.ru

Tarakanov Denis Vyacheslavovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of technical Sciences, professor chairs
E-mail: den-pgsm@mail.ru

Гринченко Борис Борисович

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

Grinchenko Boris Borisovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
teacher
E-mail: grinchenko.borya@mail.ru

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

УДК 502.33

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Н. В. БОРОВКОВА¹, М. В. МЕДВЕДЕВА², М. Е. ШУМИЛОВ¹

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,
Российская Федерация, г. Иваново

bnv7777@yandex.ru, mmv_777@mail.ru, mikhails84@mail.ru

Настоящая статья отражает результаты научного исследования понятия, содержания, инструментов оценки и нормативно-правовой базы экологической безопасности экономической системы. В качестве объекта изучения нами была выбрана страна – Российская Федерация. Периодом изучения послужили статистические данные за 2010-2018 годы.

Актуальность данного исследования имеет как теоретический, так и практический характер. В настоящее время в научной литературе понятие, содержание и инструменты оценки экологической безопасности, как и комплексный учет влияния экологического фактора на социально-экономическое развитие экономической системы, не разработаны в полной мере. Не изучены полностью теоретические и методологические аспекты выявления компоненты экологической безопасности в структуре социально-экономического развития экономических объектов.

Практический интерес в современных условиях представляет существующая на данный момент нормативно-правовая база обеспечения экологической безопасности.

Перечисленные аспекты окажут влияние на принятие организационно-управленческих решений для повышения экологической безопасности и на возможности регулирования экологической компоненты социально-экологического развития системы. С учетом вышесказанного результаты приведенного научного исследования имеют важное значение для обеспечения устойчивого и безопасного развития экономических систем различных уровней.

Ключевые слова: экологическая безопасность; социально-экономическое развитие; показатели устойчивого развития; индикаторы экологической безопасности; экономическая система.

**ENVIRONMENTAL SAFETY AS A FACTOR
SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT**

N. V. BOROVKOVA¹, M. V. MEDVEDEVA², M. E. SHUMILOV¹

¹Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

²Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo state Polytechnic University»
Russian Federation, Ivanovo

bnv7777@ya.ru, mmv_777@mail.ru, mikhails84@mail.ru

This article reflects the results of a scientific study of the concept, content, assessment tools and regulatory framework of environmental security of the economic system. We chose a country – the Russian Federation-as the object of our study. The study period was based on statistical data for 2010-2018.

The relevance of this research is both theoretical and practical. Currently, the concept, content and tools for assessing environmental safety, as well as a comprehensive account of the impact of the environmental factor on the socio-economic development of the economic system, are not fully developed in the

scientific literature. The theoretical and methodological aspects of identifying the components of environmental safety in the structure of socio-economic development of economic objects have not been fully studied.

The current legal framework for ensuring environmental safety is of practical interest in modern conditions. These aspects will influence the adoption of organizational and management decisions to improve environmental safety and the ability to regulate the environmental component of social and environmental development of the system. In view of the above, the results of the research are important for ensuring the sustainable and safe development of economic systems at various levels.

Key words: environmental security; socio-economic development; indicators of sustainable development; indicators of environmental security; economic system.

Взаимосвязь социально-экономического развития экономической системы и его экологической составляющей отражены в концепции устойчивого развития, которая заключается в необходимости обеспечения баланса между решением социальных, экономических проблем и сохранением окружающей среды.

Целью данной статьи явилась систематизация материала по проблематике экологической безопасности в рамках концепции устойчивого развития. Задачами исследования были изучение содержания экологической безопасности, инструментов ее анализа и оценки, обзор нормативно-правовой базы экологической безопасности экономической системы, а также анализ динамики основных статистических показателей, отражающих воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду и являющихся важным фактором качества жизни населения.

При написании статьи авторами использовались монографический, нормативный и статистический методы исследования, а также метод восхождения от абстрактного к конкретному, перехода от теории к практике.

Термин «устойчивое развитие» впервые был употреблен в 1987 г. в докладе «Наше общее будущее» Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию [1]. В декабре 1992 г. в ООН была создана Комиссия по устойчивому развитию, которая в 1995 г. приняла программу работы по индикаторам (или показателям) устойчивого развития, которые были предназначены для принятия стратегических решений на национальном уровне. При этом показатели устойчивого развития делят обычно на 4 группы: социальные, экономические, экологические и институциональные [1].

Президент РФ издал Указ «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» от 1 апреля 1996 г., которым была утверждена представленная Правительством РФ «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Одним из важнейших положений Концепции является необходимость охраны окружающей среды, а

также обеспечение экологической безопасности¹, определение которой приводится в федеральном законе «Об охране окружающей среды»: «экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий»².

Проблематикой экологической безопасности и ее связи с окружающей средой занимались такие ученые как А. В. Васильев, Г. Д. Кулагина, Д. С. Львов, А. А. Панфилов, Дж. Рассел, Н. Г. Рогожина, Н. В. Тимофеев-Ресовский, С. Г. Харченко, О. Н. Яницкий и др. Заметим, что чаще всего экологическую безопасность рассматривают достаточно узко, – как оптимальное состояние окружающей среды, экологических систем и охраняемых территорий с учетом уровня загрязнения воздушной среды, загрязнения водных объектов, степени деградации почв, уровня угнетения растительности, количества видов животных, находящихся под угрозой исчезновения. Тем не менее, мы считаем нужным расширить рамки основных компонентов экологической безопасности, включив туда изменение климата, количество промышленных объектов, степень осознания ответственности граждан за свои действия, возможные стихийные бедствия и др.

Целью концепции экологической безопасности, таким образом, является обеспечение устойчивого развития человека, общества и природы.

¹ Указ Президента РФ от 01.04.1996 № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9120> (дата обращения: 20.07.2020).

² Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2020). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 20.07.2020).

При этом приоритетами обеспечения устойчивого развития системы «человек – общество – природа» в сфере обеспечения экологической безопасности с учетом социального и экономического развития могут быть следующие:

- повышение эффективности деятельности госорганов в сфере реализации положений концепции экологической безопасности;
- изучение существующих проблем обеспечения экологической безопасности, оценка экологических и социально-экономических рисков;
- анализ взаимоотношений в системе «человек – общество – природа» и разработка рекомендаций по нейтрализации негативного влияния на экологию со стороны человека и общества;
- принятие стратегических и тактических решений в сфере социального и экономического развития с учетом экологических факторов.

Экологическая безопасность экономической системы достигается за счет выбора территории реализации жизнедеятельности; введения ограничений (нормативов) антропогенных воздействий на природные комплексы объекта изучения, на качество жизни населения; всестороннего контроля соответствия требований и нормативов обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности природно-климатическим условиям; внедрения системы контроля соответствия деятельности требованиям нормативов обеспечения экологической безопасности; постоянного мониторинга и контроля за состоянием экологической безопасности жизнедеятельности в процессе её реализации, обеспечивающих получение информации для регулирования экологической безопасности, а также региональной или национальной безопасности в целом [2].

В рамках экономической системы, в частности региона, важнейшими факторами антропогенных воздействий на ресурсы биосферы являются урбанизация, лесозаготовка, сельскохозяйственная нагрузка, выброс загрязняющих веществ, а также рекреационный прессинг [3]. Среди городов с наибольшими выбросами в атмосферу разного рода загрязняющих веществ преобладают центры черной и цветной металлургии, химической и целлюлозно-бумажной промышленности.

Для выявления существующих проблем и оценки экологической безопасности используются различные инструменты, в частности:

- статистические методы (динамический, трендовый, корреляционно-регрессионный анализ);

- нормативные методы (сравнение фактических данных различных показателей с нормативами);

- экспертные методы (когда необходим и качественный, и количественный анализ).

Возможно использование методов анализа экологической безопасности, то в этом случае можно оценивать угрозы, риски и потенциальные материальные потери. Для анализа факторов, влияющих на состояние экологической безопасности, можно рекомендовать метод ранжирования, эконометрический подход и метод сценариев [4].

Выбор конкретного инструмента обуславливается целями исследования, исходными данными, заданными параметрами конечного результата. В данной статье мы будем использовать динамический анализ и нормативные методы, которые позволят более полно проанализировать ситуацию с экологической безопасностью экономической системы. Также выбор конкретного метода или авторской методики зависит от уровня экологической безопасности.

Можно выделить различные уровни обеспечения экологической безопасности: макроуровень (страна, государство), мезоуровень (отрасль, регион), микроуровень (предприятие, фирма) и наноуровень (домашнее хозяйство), а также глобальный наднациональный уровень, каждый из которых находится в тесной взаимосвязи с остальными.

В качестве индикаторов экологической безопасности могут рассматриваться следующие критерии безопасности:

- нормы предельно допустимых концентраций выбросов и сбросов загрязняющих веществ, санитарных доз и других стандартов качества;

- показатель биологического разнообразия;

- уровень доступности информации о состоянии экологии;

- уровень заболеваемости и смертности, показатели продолжительность жизни в сравнении со средними данными по России;

- расходы на охрану окружающей среды и их процент в расходной части бюджета;

- стоимостная величина ущерба, нанесенного окружающей природной среде.

В данной статье мы рассматриваем национальный аспект экологической безопасности, который регулируется соответствующими нормативно-правовыми актами.

Если рассматривать статистические показатели за последнее десятилетие, которые показывают влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую его среду и являются при этом важным фактором каче-

ства жизни населения [5], то можно отметить как позитивные, так и отрицательные тенденции в сфере экологии. Вследствие сокращения объемов промышленного производства, происходило сокращение забора воды из природных водных объектов. Если в целом по России в 2010 году этот показатель составлял 79 млрд. м³, в 2014 он снизился до 70,8 млрд. м³, а в 2018 году достиг значения 57,9 млрд. м³. Позитивным моментом является рост показателя оборотного и последовательного использования воды со 136,6 млрд. м³ в 2010 году до 144,2 млрд. м³ в 2018 (рис. 1).

Заметно снизился сброс загрязненных сточных вод с 16,5 млрд. м³ в начале исследуемого периода до 13,1 млрд. м³ в 2018 году. Выбросы загрязняющих веществ в атмосфер-

ный воздух за рассматриваемый период существенно не изменились и в 2018 году составляли 32,3 млн. т, однако при этом необходимо заметить, что снизился процент уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, так, в 2010 г. этот показатель составлял 75,7 %, в 2018 году он достиг 73,3% (рис. 2).

В период с 2010 по 2018 гг. в целом по стране практически в 2 раза увеличилось образование отходов производства и потребления, так в 2010 году этот показатель составлял 3734,7 млн. т, в 2018 году он достиг отметки 7266,1 млн. т (рис. 3), что приводит к целому ряду проблем, связанных с их переработкой и утилизацией.

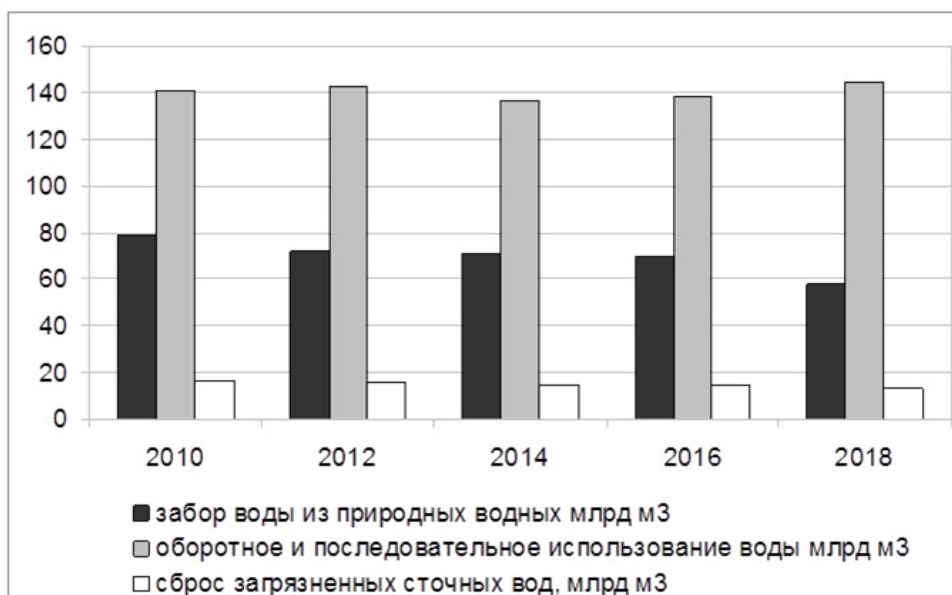


Рис. 1. Основные показатели, характеризующие использование водных ресурсов

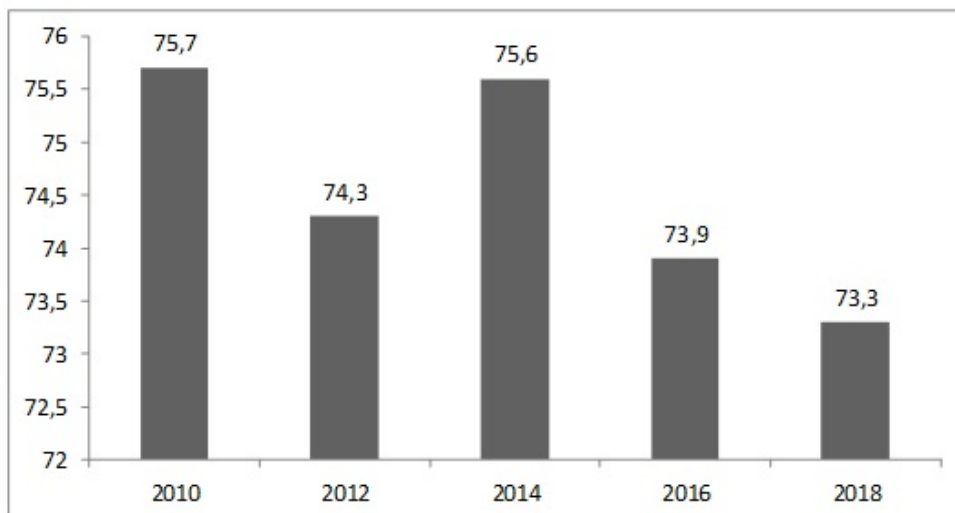


Рис. 2. Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в процентах от общего количества загрязняющих веществ



Рис. 3. Образование и утилизация отходов производства и потребления, млн т

В качестве позитивного момента следует отметить, что на протяжении всего исследуемого периода увеличивались затраты на охрану окружающей среды, инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование ресурсов, однако эти показатели отражены в фактически действующих ценах, в сопоставимых ценах индексы физического объема природоохранных расходов и инвестиций в основной капитал в 2018 году составили соответственно 98,6% и 97,3% [6].

Интересна структура инвестиций в основной капитал (рис. 4): с 2010 по 2018 гг. практически в 1,7 раз сократилась доля средств, направляемых на охрану и рациональное использование земель, инвестиции на

охрану атмосферного воздуха претерпевали изменения на протяжении всего рассматриваемого периода. В 2010 году они составляли 29,3 % от общего объема, к 2014 выросли до 35 %, в 2016 году данный показатель имел минимальное значение за весь исследуемый период и составлял 28,8%, в то время как инвестиции на охрану и рациональное использование воды выросли до 48,3%, что не могло не сказаться на экологической ситуации в целом. В последующие годы произошло выравнивание данных показателей и к 2018 году доли инвестиций на охрану атмосферного воздуха и на охрану и рациональное использование водных ресурсов составили 41,5% и 39,8% соответственно.



Рис. 4. Структура инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

В то же время отмечается сокращение числа особо охраняемых природных территорий, так в 2014 году насчитывалось 12942 особо охраняемых объектов, то в 2018 их количество сократилось до 11822, причем данные изменения произошли за счет объектов регионального и местного значения.

Большое значение для повышения уровня экологической безопасности имеет качество законодательной базы в этой сфере. Система нормативно-правовых актов, позволяющая реализовывать государственную политику в сфере экологической безопасности на территории России, должна способствовать эффективному принятию решений в этой области со стороны органов госвласти, субъектов РФ и органов местного самоуправления.

Кроме указанных выше документов, следует обратить внимание на обязательный раздел по экологической безопасности в национальных стандартах в различных сферах промышленности.

В 1992 г. Минприроды Российской Федерации утвердило «Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия»³.

В «Основных положениях региональной политики в Российской Федерации», утвержденных Указом Президента РФ от 3 июня 1996 г. приведены направления обеспечения экологической безопасности региона⁴. В «Концепции национальной безопасности Российской Федерации» (утверждена Указом Президента РФ в 1997 г.) также уделяется значительное внимание проблемам сбалансированного природопользования и экологической безопасности на уровне страны. Согласно Указу Президента РФ от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» одним из приоритетных национальных проектов является «Экология», где выделяются пять направлений. Основное внимание уделяется новей-

³ Методика «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» (утв. Минприроды РФ 30.11.1992) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. <http://docs.cntd.ru/document/901797511> (дата обращения: 21.07.2020).

⁴ Указ Президента РФ от 03.06.1996 № 803 «Об Основных положениях региональной политики в Российской Федерации». <http://ugd.ru/upload/ukaz-16-01-17.pdf> (дата обращения: 26.07.2020).

шим технологиям, так как именно они помогут достичь поставленных целей. Вторую позицию занимает направление, связанное с водными объектами, которое включает в себя проекты «Чистая вода», «Оздоровление Волги», «Сохранение озера Байкал», а также «Сохранение уникальных водных объектов». Далее следуют направления воздух, отходы и биологическое разнообразие⁵. Бюджет данного проекта составляет 4041 млрд. руб., причем из них 3206,1 млрд. руб. приходится на внебюджетные источники. Около 60% средств планируется вложить в новые технологии, так они станут основой реализации всех направлений, по 12,4 % средств будет вложено в решение проблемы загрязнения воздуха и сохранение водных объектов и очистку воды (рис. 5), на ликвидацию стихийных свалок и утилизацию отходов запланировано направить около 11,3 % средств.

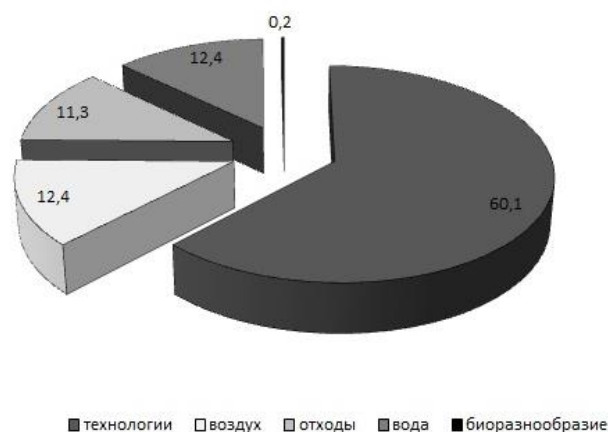


Рис. 5. Распределение средств в рамках нацпроекта «Экология»

В результате можно выделить несколько основных блоков проблем, связанных с экологической безопасностью социально-экономических систем: проблемы загрязнения воды и воздуха, проблемы утилизации и переработки отходов, проблемы сохранения флоры и фауны. Эти направления становятся приоритетными при разработке стратегии развития РФ на ближайшие годы.

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. N 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Российская газета – Федеральный выпуск № 97 (75601).

Таким образом, рассматриваемая проблема актуальна и с теоретической, и с практической точки зрения, цель и задачи исследования реализованы. Экологическая безопасность является важной составляющей общей региональной и национальной безопасности, в свою очередь, обеспечивая социально-экономическое развитие экономической системы, и, соответственно, высокое качество жизни населения.

Теоретико-методологические вопросы изучения экологической безопасности нужда-

ются в дальнейшей разработке и могут стать основой для повышения экологической безопасности на практике применительно к различным типам систем (странам, регионам, предприятиям).

Важным аспектом является возможность государственного регулирования экологической безопасности, в частности, за счет реализации национальных экологических проектов, а также федеральных, региональных и муниципальных государственных программ.

Список литературы

1. Доклад «Наше общее будущее» // Сайт Генеральной ассамблеи ООН. <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>.

2. Марьева Е. А., Милешко Л. П., Попова О. В. Обеспечение экологической безопасности региона как критерий устойчивого развития // Технологии техносферной безопасности. 2015. Выпуск № 5(63).

3. Смирнова Л. Н. Экологическая безопасность региона: понятие и содержание // Записки Горного института. 2004. № 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-regiona-ponyatie-i-soderzhanie>.

4. Глинский В. В., Серга Л. К., Хван М. С. Оценка экологической безопасности муниципальных образований региона: система показателей, методика расчета, применение // Идеи и идеалы. 2015. № 4 (26). <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskoy-bezopasnosti-munitsipalnyh-obrazovaniy-regiona-sistema-pokazateley-metodika-rascheta-primenenie>.

5. Российский статистический ежегодник. 2019: Стат. сб./ Росстат. М., 2019. 708 с.

6. Охрана окружающей среды в России. 2018: Стат. сб./ Росстат. М., 2018. 125 с.

References

1. Doklad «Nashe obshchee budushchee». Sajt General'noj assamblei OON.

<https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (data obrashcheniya: 20.07.2020).

2. Mar'eva E. A., Milesheko L. P., Popova O. V. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti regiona kak kriterij ustojchivogo razvitiya. Internet-zhurnal [Ensuring the ecological safety of the region as a criterion for sustainable development]. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*, 2015, vol. 5 (63).

3. Smirnova L. N. Ekologicheskaya bezopasnost' regiona: ponyatie i sodержanie [Ecological safety of the region: concept and content]. *Zapiski Gornogo instituta*, 2004, issue 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-regiona-ponyatie-i-soderzhanie> (data obrashcheniya: 22.07.2020).

4. Glinskij V. V., Serga L. K., Hvan M. S. Ocenka ekologicheskoy bezopasnosti municipal'nyh obrazovaniy regiona: sistema pokazatelej, metodika rascheta, primenenie [Assessment of environmental safety of municipalities in the region: system of indicators, calculation methods, application]. *Ideji i idealy*. 2015, № 4 (26). <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskoy-bezopasnosti-munitsipalnyh-obrazovaniy-regiona-sistema-pokazateley-metodika-rascheta-primenenie> (data obrashcheniya: 24.07.2020).

5. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2019: Stat.sb. Rosstat. M., 2019. 708 s.

6. Ohrana okruzhayushchej sredy v Ros-sii. 2018: Stat. sb. Rosstat. M., 2018. 125 s.

Боровкова Наталия Владимировна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат экономических наук, доцент

E-mail: bnv7777@ya.ru

Borovkova Nataliya Vladimirovna

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of economic sciences, Associate professor

E-mail: bnv7777@ya.ru

Медведева Мария Валерьевна

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат экономических наук

E-mail: mmv_777@mail.ru

Medvedeva Maria Valeriyevna

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Polytechnic University»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of economic Sciences

E-mail: mmv_777@mail.ru

Шумилов Михаил Евгеньевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

магистрант

E-mail: mikhails84@mail.ru

Shumilov Mikhail Yevgen'yevich

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

Russian Federation, Ivanovo

Master of public administration

E-mail: mikhails84@mail.ru

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

УДК 614.841.411

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ
ПРИ НАНЕСЕНИИ ИХ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ**

С. А. БОРОЗДИН, Г. А. ГИТЦОВИЧ, В. В. ВЕТРОВ, С. С. МОРОЗОВ
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, Санкт-Петербург
E-mail: vetrov2018@mail.ru

Рассмотрены вопросы, касающиеся снижения пожарной опасности древесины, огнезащитной обработки и методов испытания. Приведены результаты экспериментальных исследований эффективности различных огнезащитных средств при нанесении их на различные породы древесины, которые достаточно широко применяются в строительстве. Эффективное применение огнезащитных средств позволяет снижать угрозу для жизни и здоровья людей, а также снижать угрозу возникновения пожара, минимизировать потери. До настоящего времени отсутствовали данные об испытаниях по определению потери массы различных пород древесин (кроме древесины сосны), обработанных огнезащитными средствами.

Отражены результаты сравнительного анализа огнезащитной эффективности существующих огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины.

Содержатся сравнительные данные об огнезащитной эффективности различных огнезащитных составов и различных пород древесины относительно древесины сосны.

Предполагается, что при нанесении огнезащитных составов методом пропитки на различные породы древесины, близкие по значениям плотности к древесине сосны, используемой в качестве стандартной при оценке группы огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53292, будет обеспечиваться такая же огнезащитная эффективность, что и на древесине сосны.

В практическом плане представленные результаты имеют важное значение при разработке соответствующих рекомендаций по огнезащите различных пород древесины при обеспечении пожарной безопасности конкретных объектов строительства.

Ключевые слова: средство огнезащиты; огнезащитный состав; древесина; огнезащитная эффективность.

**EFFICIENCY OF FIRE-PROTECTIVE COMPOSITIONS
AT APPLICATION OF THEM TO VARIOUS BREEDS OF WOOD**

S. A. BOROZDIN, G. A. GITTCOVICH, V. V. VETROV, S. S. MOROZOV
FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, St. Petersburg
E-mail: vetrov2018@mail.ru

Issues related to reducing the fire hazard of wood, flame retardant treatment and test methods are considered. The results of experimental studies of the effectiveness of various fire retardants when applied to various wood species, which are widely used in construction, are presented. The effective use of flame retardants can reduce the threat to human life and health, as well as reduce the risk of fire, minimize losses. To date, there has been no data on tests to determine the mass loss of various wood species treated with flame retardants, except pine wood.

The results of a comparative analysis of the fire-retardant efficiency of existing flame retardants when applied to various wood species are reflected.

Comparative data on the flame retardant effectiveness of various flame retardant compositions and various wood species relative to pine wood are provided.

It is assumed that when applying flame retardants by impregnation on various wood species that are close in density to pine wood, which is used as standard in assessing the fire retardant efficiency group according to GOST R 53292, the compositions will provide the same fire retardant efficiency as on pine wood.

In practical terms, the results presented are important in developing appropriate recommendations for the fire protection of various types of wood while ensuring fire safety of specific construction sites.

Key words: fire retardant; flame retardant; wood; fire retardant efficiency.

Одним из факторов, сдерживающих широкое использование древесины в строительстве, в настоящее время остается ее высокая пожарная опасность. Поэтому работы, связанные с исследованием огнезащитной эффективности огнезащитных составов применительно к различным породам древесины, вопросы ее огнезащиты являются весьма актуальными. Снижение пожарной опасности древесного материала основано на исследовании и разработке средств, а также способов эффективной огнезащиты, что в отдельных случаях повышает огнестойкость деревянных сооружений и снижает угрозу для жизни и здоровья людей.

В настоящее время теоретические основы горения древесины и материалов на ее основе, изучение механизма ее термического разложения в присутствии различного рода замедлителей горения достаточно полно проработаны отечественными и зарубежными учеными и специалистами. Существует развитая отечественная нормативно-техническая^{1,2} и методологическая база [1–3], обеспечивающая пожаробезопасное применение строительных материалов, в том числе древесных, различного назначения и области применения.

Основным стандартным методом отечественной практики, устанавливающим общие требования к огнезащитным составам и веществам для древесины и материалов на ее основе, является национальный стандарт ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний»³ и межгосударственный стандарт

ГОСТ 16363-98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств»⁴.

Согласно требованиям указанных стандартов, образцы для испытаний изготавливают из прямослойной воздушно-сухой древесины сосны с влажностью 8–15% и плотностью от 400 до 550 г/м³ в виде прямоугольных брусков с поперечным сечением 30×60 мм и длиной вдоль волокон 150 мм. Кроме того, для испытания пропиточных и комбинированных составов (если одним из компонентов огнезащитного слоя является пропиточный состав) используются образцы, полученные из заболони.

Правомерным является вопрос, в какой степени результаты испытаний по оценке эффективности различного рода огнезащитных средств согласно указанным стандартам будут справедливы и для других пород древесины (например, лиственницы, ольхи, липы, и пр.), которые достаточно широко применяются в строительстве и также нуждаются в огнезащите.

Экспериментальные исследования по оценке механизма действия ряда известных огнезащитных пропиточных составов на различных породах древесины позволят получить сравнительные данные об огнезащитной эффективности относительно древесины сосны.

На основе проведения многочисленных теоретических и экспериментальных исследований в настоящее время имеется достаточно полное представление о закономерностях термоокислительного разложения целлюлозных материалов.

Научная деятельность отечественных и зарубежных ученых уже с начала XX века была направлена на решение проблемы огнезащиты древесных материалов, создание огнезащитных средств, разработку и совершенствование технологий огнезащитной обработки. В основном, современные методы получения огнезащитных целлюлозных материалов предусматривают использование замед-

¹ ГОСТ Р 53295-2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности. М.: Стандартинформ, 2009. 14 с.

² ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа. М.: Стандартинформ, 2019. 23 с.

³ ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. М.: ИД Юриспруденция, 2019. 19 с.

⁴ ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 12 с.

лителей горения (ЗГ), обеспечивающих снижение горючести по следующим основным направлениям:

- химическое воздействие на процесс термодеструкции с целью усиления интенсивности реакции дегидратации, коксообразования, ингибирования радикальных процессов при термоллизе и горении – ингибирование газофазных реакций горения;

- физическое воздействие за счет создания физического барьера между поверхностью карбонизированного слоя полимера и окисляющей средой, замедление диффузии горючих продуктов пиролиза в зону горения.

При этом огнезащитные средства, применяемые для обработки древесины, должны обеспечивать не только определенный уровень огнезащиты, но и сохранять огнезащитные свойства для конкретных условий эксплуатации, гарантировать санитарно-гигиеническую безопасность, выполнять другие заданные свойства.

Технология применения огнезащитных составов может быть многообразна и включать в себя использование более сложных технологических процессов, таких как автоклавная пропитка древесины под давлением и вакуумом, пропитка по способу «прогрев - холодная ванна», сквозная огнезащита в поле центробежных сил, позволяющих ввести в древесину огнезащитные средства на глубину 10 - 20 мм.

Но чаще всего на практике используется поверхностная пропитка огнезащитными составами, в основном, включающими фосфор-азот содержащие антипирены. Наиболее применяемыми огнезащитными системами ЗГ являются водные растворы фосфорной кислоты и цианамиды, ортофосфорной кислоты, мочевины, дициандиамиды, триполифосфата натрия, биосредств, фосфорорганические соединения на основе эфиров фосфорной кислоты, амидофосфатов и др.

При поверхностной пропитке древесины применяются, как правило, три способа – погружение в пропиточный раствор, нанесение кистью и опрыскивание краскопультом. Все варианты просты и не требуют применения специального оборудования или оснастки.

Составы, предназначенные для огнезащиты древесины и материалов на ее основе, в соответствии с Российским законодательством подлежат обязательному подтверждению на соответствие требованиям пожарной безопасности. Порядок и схемы подтверждения продукции требованиям пожарной безопасности установлены Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной без-

опасности»⁵, а процедура испытаний заключается в определении огнезащитной эффективности средства согласно ГОСТ Р 53292-2009⁶ и сопоставления полученного значения с нормативными величинами этого показателя. Согласно требованиям указанного стандарта огнезащитными являются составы, относящиеся к I или II группе огнезащитной эффективности.

Согласно п. 6.1.2 стандарта образцы для испытаний изготавливают из древесины сосны, на которые наносят огнезащитный состав в соответствии с требованиями технической документации.

Информация о группе огнезащитной эффективности средства указывается в сертификате соответствия и очевидным образом касается ее обеспечения только на древесине сосны. Информации об эффективности огнезащитного средства на других видах пород древесины в документации не приводится, хотя их обработка в реальных условиях строительства и эксплуатации объектов может производиться.

Для проведения исследований огнезащитных составов был выбран контрольный метод определения огнезащитной эффективности образцов древесины согласно ГОСТ Р 53292-2009 п. 6.2⁷.

Выполняемая работа имеет существенное практическое значение для выявления особенностей огнезащиты других пород древесины.

Для проведения исследований по оценке огнезащитного действия на различных породах древесины были выбраны четыре водных огне-биозащитных состава и одно огнебиовлагозащитное средство, готовые к применению, обеспечивающие различные группы огнезащитной эффективности (I или II), предназначенные для эксплуатации в различных атмосферных условиях. Представительный выбор составов был осуществлен с точки зрения учета разницы химического состава и содержания компонентов. Составы включают в себя соли неорганических кислот, фунгициды, инсектициды, смачиватели и воду.

На производство и применение выбранных составов разработана техническая документация, составы выпускаются серийно, имеется подтверждение соответствия требо-

⁵ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 // Собр. Законодательства РФ. 2008. № 30 (ч. I), ст. 3579.

⁶ ГОСТ Р 53292-2009. Указ. изд. С. 4.

⁷ Там же. С.7.

ваниям пожарной безопасности в виде обязательной сертификации.

Исходя из вышеприведенного анализа, можно сделать вывод, что пожарная опасность (огнезащитная эффективность) огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины должна оцениваться при испытаниях по ГОСТ Р 53292-2009 п. 6.2⁸. Причем, немаловажным фактором при подготовке образцов является соблюдение расхода огнезащитных средств и технологии нанесения согласно технической документации.

Таким образом, результатом исследований явился выбор дальнейшего направления проведения работ, заключающихся в проведении исследований различных пород древесины в комбинации с различными видами огнезащитных составов для оценки их огнезащитной эффективности.

По результатам изучения нормативных документов и действующих методов оценки пожарной опасности огнезащитных составов определено направление исследований, имеющее своей целью проведение сравнительно-

го анализа огнезащитной эффективности существующих огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины.

В качестве объектов огнезащиты были выбраны образцы древесины сосны, ольхи, липы и лиственницы. Указанные виды древесины имеют различные теплофизические, механические и эксплуатационные свойства, основным из которых в аспекте проводимых исследований является плотность.

Все огнезащитные средства наносились на образцы древесины кистью, с соблюдением расхода и технологии согласно имеющейся технической документации.

Основные характеристики огнезащитных составов (согласно информации, приведенной в сертификате соответствия требованиям пожарной безопасности) представлены в табл. 1. Коммерческие названия составов и их производители в настоящей статье не приведены для исключения случаев обвинения в предвзятости полученных результатов, а также исключения рекламной информации о производителях.

Таблица 1. Перечень и характеристики огнезащитных средств, используемых для проведения экспериментальных исследований

Образцы пропиточных огнезащитных составов	Расход, г/м ²	Группа огнезащитной эффективности
Огнебиозащитный состав (№ 1)	300	I
Огнебиозащитное средство (№ 2)	300	I
Огнебиовлагозащитное средство (№ 3)	380	II
Огнебиозащитный состав (№ 4)	450	II
Огнебиозащитный состав (№ 5)	450	II

Для проведения исследований огнезащитных составов был выбран контрольный метод определения огнезащитной эффективности образцов древесины по ГОСТ Р 53292 п. 6.2⁹.

Огнезащитная эффективность определялась по потере массы образца по формуле:

$$P_1 = \frac{100(m_{1i} - m_{2i})}{m_{1i}},$$

где: P_1 – потеря массы образца, %; m_{1i} – масса образца до испытания, г; m_{2i} – масса образца после испытания, г; i – номер образца.

Полученный результат вычисления округляют до десятых долей процента.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение потери массы трех образцов, округленное до целого

числа. В случае получения среднего арифметического значения трех определений для огнезащитного состава, относящегося к I группе огнезащитной эффективности, не более 9 %, а для огнезащитного состава, относящегося ко II группе огнезащитной эффективности, не более 25 %, испытанный состав считается соответствующим установленной для него группе огнезащитной эффективности. В ином случае проводятся повторные испытания по данному методу на десяти образцах. Если при повторных испытаниях получен неудовлетворительный результат, огнезащитный состав считается не соответствующим установленной группе огнезащитной эффективности.

Результаты оценки огнезащитной эффективности 5 составов на древесине сосны, ольхи, липы и лиственницы представлены в табл. 2.

⁸ ГОСТ Р 53292-2009. Указ. изд. С.7.

⁹ Там же. С.7.

Таблица 2. Средняя потеря массы образцов различных пород древесины (г/%) по результатам испытаний по оценке огнезащитной эффективности огнезащитных составов

Номера составов, группа огнезащитной эффективности согласно ТД	Наименование древесины, плотность (кг/м ³) – средняя потеря массы (г/%)			
	Липа	Ольха	Сосна	Лиственница
Состав № 1 Расход 300 г/м ² (I группа огнезащитной эффективности)	402–455 7,7 г / 6,6 %	480–493 9,8 г / 7,1 %	430–436 8,5 г / 6,5 %	672–687 6,4 г / 3,4 %
Состав № 2 Расход 300 г/м ² (I группа огнезащитной эффективности)	400–410 5,6 г / 4,9 %	480–493 8,9 г / 7,1 %	430–436 9,3 г / 6,5 %	672–687 6,6 г / 3,4 %
Состав № 3 Расход 380 г/м ² (II группа огнезащитной эффективности)	385–404 26,8 г / 23,8 %	470–485 31,9 г / 23,9 %	424–436 27,9 г / 23,1 %	663–682 12,1 г / 6,5 %
Состав № 4 Расход 450 г/м ² (II группа огнезащитной эффективности)	395–455 18,7 г / 15,9 %	456–487 13,6 г / 10,8 %	408–450 13,1 г / 10,9 %	643–675 8,8 г / 4,9 %
Состав № 5 Расход 450 г/м ² (II группа огнезащитной эффективности)	385–475 16,8 г / 13,7 %	495–504 14,6 г / 10,6 %	454–450 12,9 г / 10,4 %	668–685 10,4 г / 5,6 %

Как следует из полученных результатов экспериментальных исследований, все пропиточные составы, имеющие при определенном расходе I или II группу огнезащитной эффективности на древесине сосны, сохраняют при этом же расходе соответствующую огнезащитную эффективность на образцах древесины ольхи и липы. Причем существенных различий в результатах оценки средней потери массы огнезащитными образцами указанных типов древесины не наблюдается. Так, например, огнебиозащитный состав № 1, обеспечивающий I группу огнезащитной эффективности на образцах древесины сосны при расходе огнезащитного средства 300 г/м², при том же расходе обеспечивает ту же огнезащитную эффективность на образцах древесины липы и ольхи, средняя потеря массы которых, соответственно, составляет 6,6 % и 7,1 % (6,5 % – у сосны). Разница значений средней потери массы у образцов липы и ольхи, обработанными огнезащитными составами №№ 2 - 5, по сравнению с образцами древесины сосны, находятся в пределах 10 %.

Более существенные отличия в эффективности огнезащиты составов №№ 1–5 наблюдаются на образцах древесины лиственницы. Все без исключения составы при тех же расходах средства, что и на древесине сосны, обеспечили потерю массы образцов древесины лиственницы в пределах 3–6 %². Например, состав № 3 при расходе 380 г/м²

обеспечивает II группу огнезащитной эффективности на образцах древесины сосны при значении средней потери массы 23,1 %, в то время (при этом же расходе) на образцах древесины лиственницы значение средней потери массы составляет 3,5 %.

Указанное обстоятельство может быть связано с отличием значений плотности у образцов древесины лиственницы по сравнению с образцами древесины липы, ольхи и сосны.

Таким образом, по результатам проведенных сравнительных экспериментальных исследований выполнена работа, позволившая:

- установить различия в значениях средней потери массы образцами различных пород древесины (ольхи, липы, сосны, лиственницы), обработанных методом пропитки разными видами огнезащитных составов, при использовании для ее оценки контрольного метода по ГОСТ Р 53292 п. 6.2¹⁰;

- показать, что значительных отличий в численных величинах средней потери массы огнезащитных образцов древесины ольхи и липы не наблюдается. Сохраняется обеспечение той же огнезащитной эффективности составов, что и на стандартных образцах древесины сосны, что может объясняться близкими

¹⁰ ГОСТ Р 53292-2009. Указ. изд. С.7.

значениями плотности указанных пород древесины;

- выявить существенное снижение значений средней потери массы огнезащитными образцами древесины лиственницы по сравнению с огнезащитными образцами древесины ольхи, липы и сосны, что объясняется более высокой плотностью древесины лиственницы;

- определить, что все исследованные огнезащитные составы обеспечивают потерю массы менее 9 % при нанесении их на образцы древесины лиственницы с расходами, при которых они обеспечивали вторую группу огнезащитной эффективности на стандартных образцах древесины сосны.

Можно также с высокой вероятностью предположить, что при нанесении огнезащитных средств методом пропитки на различные породы древесины, близкие по значениям плотности к древесине сосны, используемой в качестве стандартной при оценке группы огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53292¹¹, будет обеспечиваться такая же огнезащитная эффективность, что и на древесине сосны.

В практическом плане представленные результаты имеют важное значение при разработке соответствующих рекомендаций по огнезащите различных пород древесины для обеспечения пожарной безопасности конкретных объектов строительства.

Список литературы

1. Порядок осуществления контроля за соблюдением нормативных требований к средствам огнезащиты и их применению: Методическое руководство. М.: ФГУ ВНИИПО, 2010. 30 с.
2. Способы и средства огнезащиты древесины: Руководство. М.: ВНИИПО, 2011. 78 с.
3. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: Методика. М.: ВНИИПО, 1998. 19 с.

References

1. *Poryadok osushchestvleniya kontrolya za soblyudeniem normativnyh trebovanij k sredstvam ognezashchity i ih primeniyu: Metodicheskoe rukovodstvo* [The procedure for monitoring compliance with regulatory requirements for fire protection and their use: Methodological Guide]. Moscow: FGU VNIIPPO, 2010. 30 p.
2. *Sposoby i sredstva ognezashchity drevesiny: rukovodstvo* [Methods and means of wood fire protection: Guide]. Moscow: VNIIPPO, 2011. 78 p.
3. *Opredelenie teploizoliruyushchih svojstv ognezashchitnyh pokrytij po metallu: metodika* [Determination of the heat-insulating properties of fire retardant coatings for metal: Methods]. Moscow: VNIIPPO, 1998. 19 p.

Бороздин Сергей Анатольевич

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, Санкт-Петербург
старший научный сотрудник

E-mail: serbor64@yandex.ru

Borozdin Sergej Anatol'evich

FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, St. Petersburg
Senior Researcher

E-mail: serbor64@yandex.ru

Гитцович Галина Анатольевна

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, Санкт-Петербург
научный сотрудник

E-mail: galagit@yandex.ru

Gittcovich Galina Anatol'evna

FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, St. Petersburg

¹¹ ГОСТ Р 53292-2009. Указ. изд. С.7.

Researcher
E-mail: galagit@yandex.ru

Ветров Владимир Владимирович
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, Санкт-Петербург
научный сотрудник
E-mail: vetrov2018@mail.ru
Vetrov Vladimir Vladimirovich
FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, St. Petersburg
Researcher
E-mail: vetrov2018@mail.ru

Морозов Сергей Семенович
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Российская Федерация, Санкт-Петербург
научный сотрудник
E-mail: morsei@mail.ru
Morozov Sergey Semenovich
FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»,
Russian Federation, St. Petersburg
Researcher
E-mail: morsei@mail.ru

УДК 614.841.4+621.91

ВЛИЯНИЕ МИКРОДОЗ МАСЛА И-20А НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИОНИЗИРОВАННОЙ ВОЗДУШНОЙ СОТС ПРИ ОБРАБОТКЕ ОРОСИТЕЛЕЙ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ

В. А. КОМЕЛЬКОВ, А. Г. НАУМОВ, М. В. ВИНОКУРОВ, М. А. КОЛБАШОВ

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

E-mail: komelkov@rambler.ru, agn@yandex.ru, vimifi@yandex.ru, kolbashow@mail.ru

Важнейшим конструктивным параметром оросителя установок пожаротушения тонкораспыленной водой является шероховатость поверхности оросителя. При его механической обработке возникает ряд определенных трудностей. Как правило, это сплавы из латуни, при механической обработке которых трудно получить поверхности с заданными параметрами шероховатости. При движении жидкости с большими скоростями через отверстия оросителей имеющих высокую степень шероховатости возникают турбулентные потоки, и как следствие, на выходе из оросителя, неравномерно распыленные струи с неконтролируемым размером частиц. В статье показано влияние распыленных СОТС (смазочно-охлаждающих технологических средств), а именно распыленных микродоз индустриального масла И-20А активированного коронным разрядом с различной величиной и знаком на коронирующем электроде, на повышения качества обработанной поверхности оросителей тонкораспыленной водой.

Ключевые слова: противопожарная защита объектов; установка пожаротушения; тонкораспыленная вода; шероховатость поверхности оросителя; смазочно-охлаждающее технологическое средство.

INFLUENCE OF I-20A OIL MICRODOSE ON THE EFFICIENCY OF IONIZED AIR SOTS WHEN TREATING SPRINKLERS OF FIRE EXTINGUISHING INSTALLATIONS WITH THINLY SPRAYED WATER

V. A. KOMELKOV, A. G. NAUMOV, V. M. VINOKUROV, M. A. KOLBASHOV

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

E-mail: komelkov@rambler.ru, agn@yandex.ru, vimifi@yandex.ru, kolbashow@mail.ru

The most important design parameter of the sprinkler for fire extinguishing installations with finely sprayed water is the surface roughness of the sprinkler. When machining it, a number of certain difficulties arise. As a rule, these are alloys made of brass, when machining which it is difficult to obtain surfaces with given parameters of roughness. When the liquid moves at high speeds through the holes of the sprinklers with a high degree of roughness, turbulent flows arise, and as a consequence, at the exit from the sprinkler, unevenly sprayed jets with an uncontrolled particle size. The article shows the effect of sprayed SOTS (lubricating and cooling technological means), namely, sprayed microdoses of industrial oil I-20A activated by corona discharge with different values and signs on the corona electrode, on improving the quality of the treated surface of sprinklers with finely sprayed water.

Key words: fire protection of objects; fire extinguishing installation; fine dusty water; the roughness of the sprinkler surface; lubricating and cooling technological agent.

В настоящее время применение установок пожаротушения тонкораспыленной водой, является актуальным вопросом развития систем автоматического пожаротушения для противопожарной защиты объектов защиты. К основным преимуществам систем пожаротушения тонкораспыленной водой можно отнести следующие факторы:

низкий расход огнетушащего вещества при пожаротушении, что особенно важно для мест с ограниченным потреблением воды;

незначительный ущерб от срабатывания установки, позволяющий применять для тушения пожаров архивов, музеев и серверных;

высокая огнетушащая способность, обусловленная повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, что повышает охлаждающий эффект за счет проникающего равномерного действия воды непосредственно на очаг горения и увеличения теплосъема, снижением концентрации кислорода и разбавления горючих паров в зоне горения в результате образования пара [1, 2].

Важнейшим конструктивным параметром оросителя является его шероховатость поверхности. При механической обработке материалов, из которых изготавливаются оросители, возникает ряд определенных трудностей. Как правило, это сплавы из латуни, при механической обработке которых трудно получить поверхности с заданными параметрами микронеровностей. При движении жидкости с большими скоростями через отверстия оросителей имеющих высокую степень шероховатости возникают турбулентные потоки, и как следствие на выходе из оросителя неравномерно распыленные струи с неконтролируемым размером частиц. К эффективным методам повышения качества обработанной поверхности оросителей пожаротушения тонкораспыленной водой относится применение смазочно-охлаждающих технологических средств (далее – СОТС). Действие микродоз масла И-20А на эффективность ионизированной воздушной СОТС влияет на процесс обработки материалов и приводит к снижению шероховатости поверхности.

Эффективность распыленных СОТС объясняется следующими особенностями этого метода:

- высокая скорость струи воздушно-жидкостной смеси обеспечивает значительный смазочно-охлаждающий эффект;

- резкое увеличение поверхностной активности мелкодисперсных частиц жидкости, возможность проникновения воздуха в зону контакта трущихся поверхностей инструмента, стружки и обрабатываемой детали, некоторые электрические явления, связанные с электризацией капель жидкости в струе воздушно-жидкостной смеси, обеспечивают усиление смазочного эффекта распыленных СОТС;

- обдув струей смеси зоны резания способствует удалению стружки и продуктов износа режущего инструмента из зоны резания, в частности, из стружечных канавок инструмента, обеспечивая определенное «моющее» действие [3, 4].

В силу этих причин резко снижается требуемый расход СОТС.

Активация воздушной среды осуществлялась специально сконструированными установками посредством электрических разрядов, с доработанным соплом-насадкой, позволяющей дозированно подавать вязкие жидкости в зону резания (рис. 1).

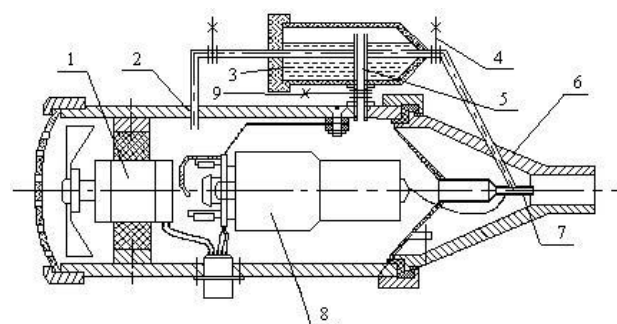


Рис. 1. Схема ионизатора с разработанным соплом-насадкой.

- 1 – электрический двигатель,
- 2 – воздушно-жидкостный канал,
- 3 – резервуар для подаваемой жидкости, 4 – регулировочные краны,
- 5 – соединительный канал, 6 – сопло,
- 7 – коронирующий электрод,
- 8 – трансформатор, 9 – кран регулировки перепада давлений

Принцип работы следующий. Воздух из камеры ионизатора попадает в воздушно-жидкостный канал 2, который проходя через резервуар с жидкостью выходит в диффузорной части сопла 6. Воздушно-жидкостный канал имеет отверстие внутри резервуара, через которое в него попадает жидкость, при этом, происходит ее частичное перемешивание с воздухом. Далее эта смесь попадая в диффузорную часть сопла

окончательно разбивается основным воздушным потоком, после чего происходит ионизация этого потока. Регулировка расхода подаваемой жидкости регулируется игольчатыми кранами 4. В данной работе была произведена тарировка системы на расход индустриального масла И-20А, который составил от 0,2–50 г/час, с шагом 0,2 г/час.

В качестве обрабатываемого материала использовался сплав латуни. При выборе данного материалов учитывалась необходимость его применения в промышленности, наличие ценных конструкционных свойств, а также сложность механической обработки, нередко препятствующей его широкому применению [5].

В качестве режущего инструмента применялись упорно – проходные резцы из быстрорежущей стали Р6М5. Все резцы

прошли предварительную термическую обработку. Выбор материала обусловлен его применимостью на этапах современной металлообработки и высокой чувствительностью к негативным воздействиям среды. Геометрия резцов была выбрана согласно справочной литературе: при точении сплавов латуни.

В работе исследовали влияние микродоз масла И-20А активированного разрядом с различной величиной и знаком на коронирующем электроде на высоту микронеровностей Ra обработанной поверхности. Резание осуществлялось в сухую и с применением СОТС. Измерения проводились на профилографе-профилометре «Абрис ПМ7». Профили поверхностей приведены на рис. 2.

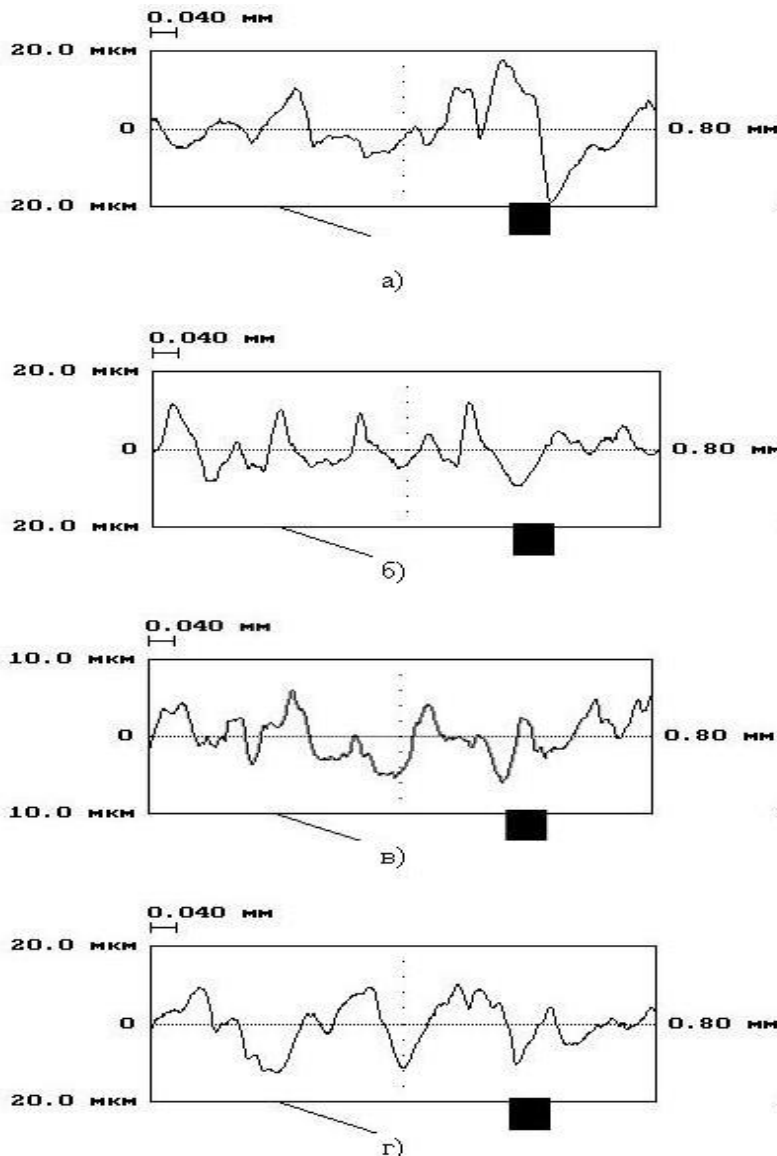


Рис. 2. Профилограммы обработанных поверхностей а) всухую, б) полив масла с расходом 0,5 л/мин., в) в среде ионизированного воздуха с введением микродоз масла И-20А расходом 1 г/час и напряжением на коронирующем электроде -5 кВ, г) в среде ионизированного воздуха с напряжением на коронирующем электроде -9 кВ

На рис. 3 приведены зависимости среднего значения шероховатости R_a при использовании различных СОТС.

Как видно из гистограммы максимальное значение шероховатости наблюдается при резании всухую – 5,2 мкм. Применение ионизированного воздуха и озона позволяет снизить величину микронеровностей до

3–3,5 мкм. Минимальное значение шероховатости (2,3 мкм) наблюдается при введении в воздушный поток микродозы индустриального масла И-20А с расходом 1 г/час и напряжением на коронирующем электроде 5 кВ.

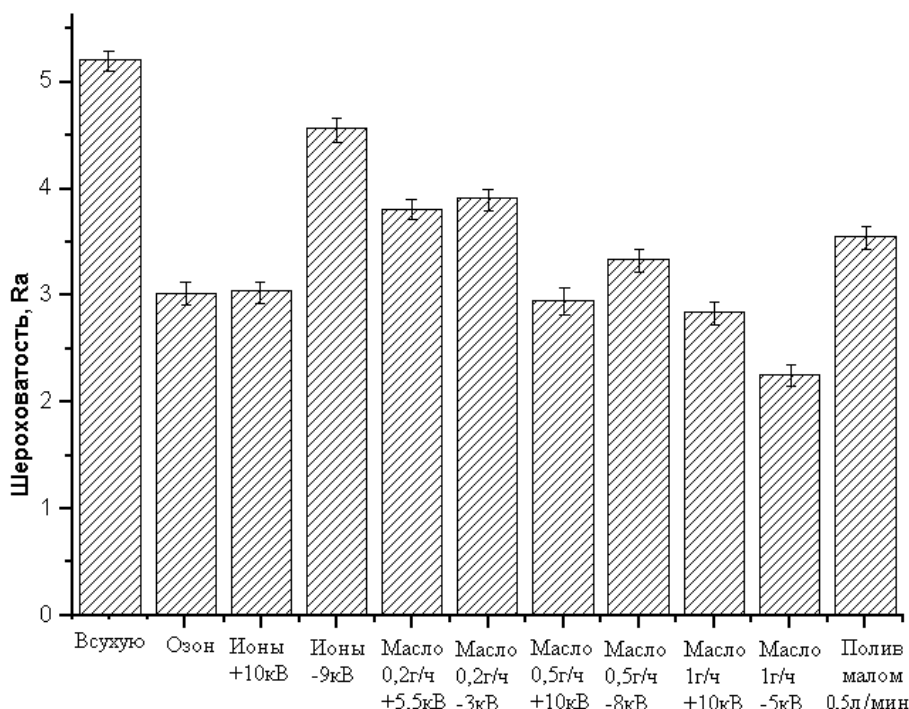


Рис.3. Среднее значение шероховатости R_a при точении стали 45. $V=1.2$ м/с, $S=0.1$ мм/об., $t=0,5$ мм

Применение ионизированного воздушного потока, имеющего в своем составе микродозы индустриального масла И-20А позволяет снизить величину микронеровностей. Использование в качестве СОТС воздушно-масляной смеси позволило снизить

среднее значение шероховатости R_a обработанной поверхности в 2,3 раза по сравнению с резанием в сухую и в 1,6 раза по сравнению с использованием в качестве СОТС индустриального масла в виде свободно падающей струи.

Список литературы

1. Пахомов Г. Б. Новейшая технология пожаротушения тонкораспыленной водой. Характеристики устройств и перспективы развития // Мир и безопасность. 2008. № 3. С. 28–34.
2. Тагиев Р. М. Тонкораспыленная вода: правда и вымысел // Системы безопасности. 2008 № 4. С. 36–41.
3. Подураев В. Н., Татаринов А. С., Петрова В. Д. Механическая обработка с охлаждением ионизированным воздухом // Вестник машиностроения. 1991. № 11. С. 27–31.

4. Еловский В. С., Комельков В. А., Колбашов М. А. Влияние механической обработки оросителей тонкораспыленной воды на дисперсность и качество огнетушащей среды // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности. 2014. С. 78–82.

5. Латышев В. Н. Трибология резания. Принципы создания эффективных СОТС. Иваново: Ивановский государственный университет. 2009. 156 с.

References

1. Pahomov G. B. Novejshaya tekhnologiya pozharotusheniya tonkoraspylennoj vodoj. Harakteristiki ustrojstv i perspektivy razvitiya [The latest technology for fire extinguishing with water mist. Device characteristics and development prospects]. *Mir i bezopasnot'*, 2008, issue 3, pp. 28–34.
2. Tagiev R. M. Tonkoraspylennaya voda: pravda i vymysel [Water mist: truth and fiction]. *Sistemy bezopasnosti*, 2008, issue 4, pp. 36–41.
3. Poduraev V. N., Tatarinov A. S., Petrova V. D. Mekhanicheskaya obrabotka s ohlazhdeniem ionizirovannym vozduhom [Machining with ionized air cooling]. *Vestnik mashinostroeniya*, 1991, issue 11, pp. 27–31.
4. Elovskij V. S., Komel'kov V. A., Kolbashov M. A. Vliyanie mekhanicheskoy obrabotki orositelej tonkoraspylennoj vody na dispersnost' i kachestvo ogetushashchej sredy [Influence of mechanical treatment of sprinklers with finely sprayed water on the dispersion and quality of the extinguishing medium]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya inzhenernyh sistem obespecheniya pozharnoj bezopasnosti*, 2014, pp. 78–82.
5. Latyshev V. N. *Tribologiya rezaniya. Principy sozdaniya effektivnyh SOTS* [Cutting tribology. The principles of creating effective cutting systems]. Ivanovo: Ivanovskij gosudarstvennyj universitet, 2009, 156 p.

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 Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of technicasciences, associate professor
E-mail: komelkov@rambler.ru

Наумов Александр Геннадьевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор технических наук, профессор
E-mail: agn@yandex.ru

Naumov Alexander Gennad'evich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of technical sciences, professor
E-mail: agn@yandex.ru

Винокуров Михаил Владимирович

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

Vinokurov Mikhail Vladimirovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo,
head of department
E-mail: vimifi@yandex.ru

Колбашов Михаил Александрович

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

кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры

E-mail: kolbашow@mail.ru

Kolbашov Mikhail Alexandrovich

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

Russian Federation, Ivanovo,

candidate of technicasciences, associate professor

E-mail: kolbашow@mail.ru

УДК 614.86

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ ПО ВЕДЕНИЮ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

**А. А. КОСТЯЕВ, И. А. КРАСНОВ, В. В. КИЧАЙКИН,
А. Н. НИТКИН, Е. С. ЧУМАКОВ, Д. С. БАРАНОВА**

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

E-mail: k87aa@mail.ru, iw.krasnoff2013@yandex.ru, mordvin535@mail.ru, andrey_611@mail.ru,
fireglobus@inbox.ru, darja.baranova2017@yandex.ru

На базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России был разработан многофункциональный комплекс подготовки пожарных и спасателей по ведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях.

Представленный принцип подготовки пожарных и спасателей с помощью данного тренажера основывается на системном анализе, имитации профессиональной работы пожарных. Для обучения курсантов проведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях в различных погодных условиях и оказанию первой помощи пострадавшим созданы программа подготовки и учебный тренажерный комплекс, формирующие профессиональный опыт.

Программа обучения курсантов в учебном тренажерном комплексе выполняет условия обще-педагогических концепций, способствующие сверхаддитивному эффекту в развитии профессионального опыта пожарных и спасателей.

Результаты практического использования учебного комплекса показали его востребованность, результативность и важность для развития профессионального опыта у курсантов по отработке действий при проведении аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортном происшествии в различных погодных условиях, спасению и оказании первой помощи пострадавшим, морально-психологической подготовки.

Ключевые слова: многофункциональный комплекс; аварийно-спасательные работы; подготовка профессиональных навыков; различные погодные условия; дорожно-транспортное происшествие; оказание помощи пострадавшим.

DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL COMPLEX FOR TRAINING FIREFIGHTERS AND RESCUERS TO CONDUCT EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN ROAD ACCIDENTS

**A. A. KOSTYAEV, I. A. KRASNOV, V. V. KICHAYKIN,
A. N. NITKIN, E. S. CHUMAKOV, D. S. BARANOVA**

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

E-mail: k87aa@mail.ru, iw.krasnoff2013@yandex.ru, mordvin535@mail.ru, andrey_611@mail.ru,
fireglobus@inbox.ru, darja.baranova2017@yandex.ru

On the basis of the Ivanovo fire and rescue Academy of the Ministry of emergency situations of Russia, a multi-functional training complex for firefighters and rescuers was developed to conduct emergency rescue operations in road accidents.

The presented principle of training firefighters and rescuers using this simulator is based on system analysis, simulation of professional work of firefighters. To train cadets to conduct emergency rescue operations in case of road accidents in various weather conditions and provide first aid to victims, a training program and training gym complex have been created that form a professional experience.

The training program for chimes in the training simulator complex fulfills the conditions of General pedagogical concepts that contribute to a superadditive effect in the development of professional experience of firefighters and rescuers.

The results of practical use of the training complex showed its relevance, effectiveness and importance for the development of professional experience of cadets in practicing actions during emergency rescue operations in a road accident in various weather conditions, rescue and first aid to victims, moral and psychological training.

Key words: multifunctional complex; emergency rescue operations; training of professional skills; various weather conditions; road accident; assistance to victims.

Введение

Современные общеучебные технологии содержат методическое и техническое обеспечение, предназначенное для осуществления учебного процесса, ориентированного на развитие профессионального опыта и знаний. Главная задача в обучении курсантов в сфере тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ обеспечивается различным техническим оснащением, учебными комплексами и сооружениями. Основными учебными сооружениями для подготовки пожарных и спасателей относятся учебная башня, 100-метровая полоса с препятствиями, оборудованная бумом и забором, теплодымокамера и разнообразные преобразования тренажерных комплексов для подготовки газодымозащитников и ряд других. Данные сооружения предназначены для развития общих практических умений у курсантов, но они не обеспечивают подготовку специалиста в полном объеме, а именно умениями и навыками работы в различных климатических условиях при дорожно-транспортном происшествии [1].

Оперативная деятельность личного состава подразделений пожарной охраны проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортном происшествии сопровождается специфичной кинематикой столкновения автомобилей. Аварийно-спасательные работы при ликвидации дорожно-транспортных происшествий характеризуются наличием факторов, угрожающих жизни и здоровью проводящих эти работы людей, и требующих специальной подготовки, экипировки и оснащения.

Основные критерии, которые определяют привлечение пожарно-спасательной службы МЧС России к ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, являются ситуации, когда пострадавший заблокирован деформированными элементами кузова технического средства и его эвакуация невозможна без применения специального

спасательного оборудования, существует угроза падения на аварийное техническое средство с пострадавшими конструкций здания или другого аварийного технического средства, а также сложная метеорологическая обстановка на месте аварии.

Аварийно-спасательные работы при дорожно-транспортных происшествиях выполняются с целью спасания людей и ликвидации опасности их жизни и здоровью, спасению материальных ценностей и защиты окружающей среды [2].

Спасатели координируют свою деятельность по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с представителями ГИБДД (сотрудниками ДПС) и подразделений медицинских служб [3].

Непосредственному началу аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий должны предшествовать разрешительные действия со стороны представителя ГИБДД (руководителя работ) и сотрудника (врача) службы медицинской помощи, которые в дальнейшем являются участниками АСР до их завершения [3].

Актуальность создания данного учебного комплекса состоит в обучении, отработке действий пожарных и спасателей проведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях в различных погодных условиях, а также способствует морально-психологической подготовке пожарных и спасателей.

Обзор литературы

Создание новых учебно-тренировочных комплексов для обучения пожарных и спасателей способствует увеличению диапазона практических навыков. В настоящее время происходит разработка новейших тренировочных комплексов, включая математическое и визуальное моделирование пожаров и чрезвычай-

ных ситуаций, имитация реальных движений для приложений дополнительной реальности и многие другие, которые способствуют повышению квалификации и улучшению подготовки специалистов [4].

В работе [5] продемонстрирован учебно-тренажерный комплекс на основе металлоконструкций контейнерного типа, специализированный на подготовке пожарных и спасателей в условиях моделирования опасных факторов пожара, формированию у обучающихся навыков автоматического действия, развитию умений по принятию правильных решений в условиях дезориентирующих и угрожающих факторов [5]. Данный тренажерный модуль предусматривает контроль факторами пожара в одиночном помещении путем быстрой смены модулей, воспроизводящих разнообразны типы помещений с системами образования огневого, дымового и теплового воздействий.

Проведение аварийно-спасательных работ на различных объектах, включая транспортные системы, требует от личного состава пожарно-спасательных подразделений необходимых навыков и опыта работы. Опыт ликвидации дорожно-транспортных происшествий показывает, что технология проведения аварийно-спасательных работ зависит от большого количества разнообразных факторов, так как каждой отдельной ситуации нужно предусматривать число и положение оказавшихся в дорожно-транспортном происшествии технических средств, виды их конструкций, степень их повреждений, число пострадавших, их состояние и виды травм, ход извлечения пострадавших и иные факторы, которые могут осложнить проведение работ. Для развития профессиональных навыков и приемов работы разработан многофункциональный учебно-тренажерный комплекс для обучения методом оказания помощи лицам, пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий «Деблоктор - 1.01 В» (автомобиль на крыше). Тренажер позволяет осуществлять многократные занятия по деблокированию пострадавших, что способствует формированию опыта работы с аварийно-спасательным инструментом и морально-психологической подготовке спасателей.

Использование учебно-тренировочных комплексов при обучении пожарных и спасателей способствует развитию требуемых навыков и умений при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ. Примером получения таких навыков и умений является тренажер «ДТП с легковым автомобилем», который используется для приобретения таких навыков как: обесточивание аккумулятора, срезание крыши кузова и дверей, от-

жим различных элементов. Работа [6] воспроизводит дорожно-транспортное происшествие, в результате которого два человека, находящиеся на переднем сидении и один человек на заднем сидении оказались зажатыми рулевой колонкой, приборной панелью и иными частями автомобиля. Отработка действий по ликвидации последствий дорожно-транспортного происшествия основывается на принципах максимальной разборки и разрезке автомобиля вокруг пострадавших, выполнения отжатия конструкций [7].

Подготовка пожарных и спасателей помимо практической деятельности может осуществляться применением виртуальных тренажеров [8, 9]. В работе [10] приведены примеры использования моделирования различных ситуаций при подготовке пожарных и спасателей.

Широкое применение и разработка данного типа тренажеров [8; 9] в зарубежных странах позволяет обеспечивать подготовку пожарно-спасательных подразделений исходя из специфики застройки города, имитации аварий как дорожно-транспортных, так и промышленных объектов. Анализ применения данных технологий при подготовке пожарно-спасательных подразделений, представлен в работе [11].

Обзор научной литературы показал отсутствие методик обучения и разработок подготовки пожарных проведению аварийно-спасательных работ в различных погодных условиях.

Обоснование разработки, материалы и методы

В основании программы обучения находится концепция проблемного обучения. Проблемное обучение основывается на аналитико-синтетической деятельности обучающихся, путем построения проблемной ситуации. Применение данной теории обучения в основе программы подготовки пожарных и спасателей проведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях осуществляется через решение поставленной задачи в обстановке, максимально подобной в деятельности личного состава подразделений пожарно-спасательных служб. Решение данных проблемных ситуаций способствует развитию навыков анализа обстановки ситуации, принятию решений, поиск способов действия [3].

Согласно алгоритму подготовки в учебно-тренировочном комплексе осуществляются дидактические принципы ассоциативно-рефлекторной теории обучения, необходимых

для закрепления навыков и умений проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях. Проведение обучения в игровой форме с применением теории проблемного обучения способствует мыслительной деятельности учащихся, обеспечивает активное, целенаправленное восприятие, запоминание информации.

В основании структуры учебно-тренажерного комплекса лежит имитационно-моделирующий принцип построения на основе штатных блоков. Рациональное размещение штатных блоков позволяет проводить групповые занятия по отработке тактических умений при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий [12].

Совокупность применяемых педагогических концепций при осуществлении групповых занятий по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий способствует более высокому, качественному результату деятельности, поскольку от осуществления взаимодействия между участниками процесса зависит эффективность ликвидации различных аварий и чрезвычайных ситуаций.

В основе конструкции тренажерного комплекса лежит модульный принцип его построения, позволяющий формировать практическое занятие в зависимости от его целей и отработки необходимых практических умений и навыков в различной последовательности. Модульный принцип позволяет значительно расширить спектр применения тренажерного комплекса, в том числе за счет создания новых модулей и включения их в конструкционную схему тренажера.

Комплекс педагогических теорий и технологий, реализованных в методике подготовки с помощью тренажерного комплекса, способствует сверхадаптивному эффекту в формировании практических умений и навыков пожарных и спасателей.

Результаты исследования и обсуждение

Для выполнения алгоритма практического обучения в различных погодных условиях разработан учебно-тренажерный комплекс по отработке действий ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий. Нововведением тренажерного комплекса является имитирование различных погодных ситуаций, возгорание автомобиля для формирования навыков деблокирования пострадавших, работы с аварийно-спасательным инструментом и оборудованием. Особенностью тренажерного комплекса является изучение конструкций автомобиля, таких как салон, двери, рамы легкового автомобиля и кабины, грузовой платформы грузовых автомобилей,

особенностей их кинематики при столкновении транспортных средств и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в различных погодных условиях и имитации возгорания автомобиля.

В ходе поведения подготовки пожарные должны хорошо понимать возможность различных ответных механических реакций и потенциальных последствий в корпусе автомобиля, которые могут быть вызваны деформациями автомобиля после столкновения. Для эффективной работы необходимо исключать неустойчивые или потенциальные эластичные точки, чтобы избежать нежелательных обратных перемещений материала во время резки или расширения конструкции¹.

Тренажерный комплекс размещен в учебной пожарно-спасательной части (УПСЧ) ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Тренажерный комплекс состоит из 7 функциональных модулей на штатной основе.

Модуль 1 (рис. 1) представляет собой водительскую кабину КАМАЗа, которая вмонтирована в стену. Под кабиной находится задняя часть кузова машины марки «Жигули» для имитации наезда грузового автомобиля на легковой. Особенностью модуля 1 является проведение аварийно-спасательных работ с учетом кинематики данного типа столкновения транспортных средств. Данный модуль предназначен для отработки действий деблокированию пострадавших, стабилизации транспортного средства, получение навыков работы с гидравлическим пожарным механизированным инструментом. Для этого кабина КАМАЗа имеет специальные рельсы, позволяющие поднять кузов на 20 см. В целях имитации возникновения горения под модулем 1 установлен дымогенератор.

Модуль 2 (рис. 2) представляет собой переднюю часть кузова автомобиля марки ВАЗ, возле которого находится манекен, для имитации столкновения транспортного средства и человека на пешеходном переходе. Данный модуль формирует навыки по оказанию первой помощи пострадавшим при ДТП.

Модуль 3 исполнен в виде корпуса автомобиля марки «Таврия», в которой на водительском сидении находится пострадавший, зажатый рулевой колонкой и приборной панелью. С целью осложнения обстановки на данном модуле под кузовом автомобиля размещен дымогенератор для имитации загорания транспортного средства. Данный модуль предназначен для получения опыта и навыков работы по обесточиванию аккумулятора, деблокированию пострадавшего, отжима рулевой колонки, резке конструкций автомобиля. Полу-

чение навыков работы по резке крыши автомобиля может быть осуществлено многократно, путем использования в местах резки кон-

струкции металлических вставок в каркас корпуса автомобиля 13.



Рис. 1. Изображение модуля 1, имитирующего лобовое столкновение и наезд КАМАЗа на переднюю часть автотранспортного средства ВАЗ - 2102 с имитацией возгорания при помощи дымогенератора и модуля 4, имитирующего опрокидывание автотранспортного средства ЗАЗ



Рис. 2. Изображение модуля 1, имитирующего лобовое столкновение и наезд автотранспортного средства КАМАЗ на автотранспортное средство ВАЗ и модуля 2, имитирующего лобовое столкновение автотранспортного средства ВАЗ и пешехода с велосипедом, модуля 3, имитирующего возгорание автотранспортного средства «Таврия» вследствие замыкания проводки

Как показывает статистика, достаточное количество дорожно-транспортных происшествий составляет с заблокированными пассажирами. Одновременно наличие новых разработок и конструкций, обеспечивающих безопасность пассажиров, способны сильно усложнить процесс проведения аварийно-спасательных работ. Поэтому для обеспечения безопасной деблокировки пострадавших необходимо приобретение и усовершенствование навыков и умений работы с аварийно-спасательным оборудованием.

Модуль 4 выполнен в виде опрокинутого на бок автомобиля «Жигули» для выполнения работ по стабилизации автомобиля с применением креплений и опор. Стабилизация транспортного устройства необходима для предотвращения перемещений автомобиля, которое в следствии может оказать негативное воздействие на находящихся в нем людей. Данный вид работ производится до проведения действий по эвакуации пострадавших (рис. 3).

Технология отработки действий на данном модуле включает в себя: установку опор под передней и задней стойками лежащего автомобиля; подпорка днища автомобиля

механическими, гидравлическими домкратами; деблокировка пострадавшего и оказание первой помощи.

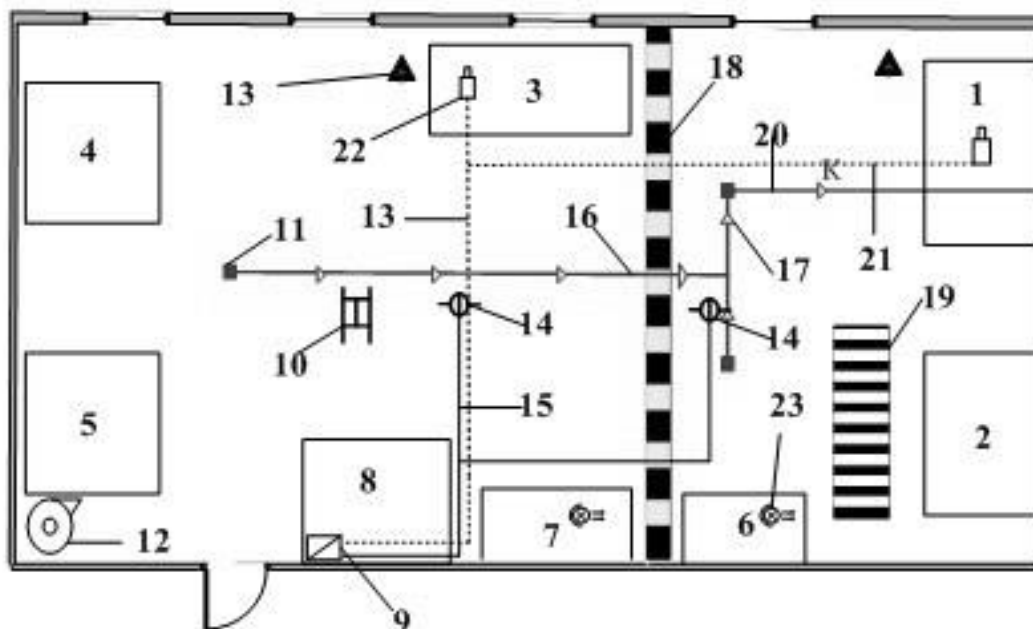


Рис. 3. Схема размещения модулей учебно-тренировочного комплекса для подготовки пожарных проведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях в различных погодных условиях: 1 – учебный модуль «КАМАЗ»; 2 – учебный модуль – «Пострадавший при ДТП на пешеходном переходе»; 3 – «Таврия»; 4 – «Жигули» (автомобиль опрокинутый на бок); 5 – «Скорая помощь»; 6 и 7 – боковые части кузова пожарной техники, используемой для хранения аварийно-спасательного инструмента и пожарно-технического вооружения, а также используется для подачи огнетушащих веществ; 8 – смотровая для размещения преподавательского состава; 9 – пульт управления; 10 – лебедка подъемно-спускового типа; 11 – ливневая система водоотвода; 12 – сценических вентилятор; 13 – места обозначения загазованности; 14 – дренажные оросители; 15 – трубопровод системы подачи воды; 16 – трубопровод ливневой системы; 17 – обозначение направления движения воды; 18 – «лежащий полицейский»; 19 – пешеходный переход; 20 – канализация; 21 – провода от пульта управления до дымогенератора; 22 – дымогенератор; 23 – стробоскопы

Модуль 5 (рис. 4) представлен в виде задней части кабины машины «Скорая помощь». Применение данного модуля обусловлено отработкой действий по эвакуации, переноске пострадавшего на носилки из деформированного автомобиля в кабину машины «Скорая помощь». Обучение и подготовка данным работам необходима для пожарных и спасателей, поскольку неправильная транспортировка или перенос пострадавшего способна в несколько раз увеличить степень тяжести полученных им травм. Модули 6, 7 (рис. 5) исполнены в виде боковых частей кузова пожарных автоцистерн, монтируемых в стену и используются для хранения, применения аварийно-спасательного оборудования, а также для по-

дачи огнетушащих веществ на ликвидацию имитационного горения автомобилей.

В помещении учебно-тренировочного комплекса размещается смотровая площадка для размещения преподавательского состава, откуда же и осуществляется управление различными имитационными системами, например, для имитации проведения работ во время дождя используется дренажная система; для имитации возгорания используется дымогенератор; для имитации проведения работ по ликвидации последствий ДТП в условиях сильного ветра применяется сценический вентилятор; в целях подготовки проведению аварийно-спасательных работ в ночное время на окнах установлены роль-ставни. Также для мораль-

но-психологической подготовки личного состава используются различные световые и звуковые имитационные системы (имитация звука

столкновения машин; крики пострадавших и другие).



Рис. 4. Изображение модуля 5 «Скорая помощь» и смотровой площадки (пульт управления) для преподавательского состава «Пост ДПС»

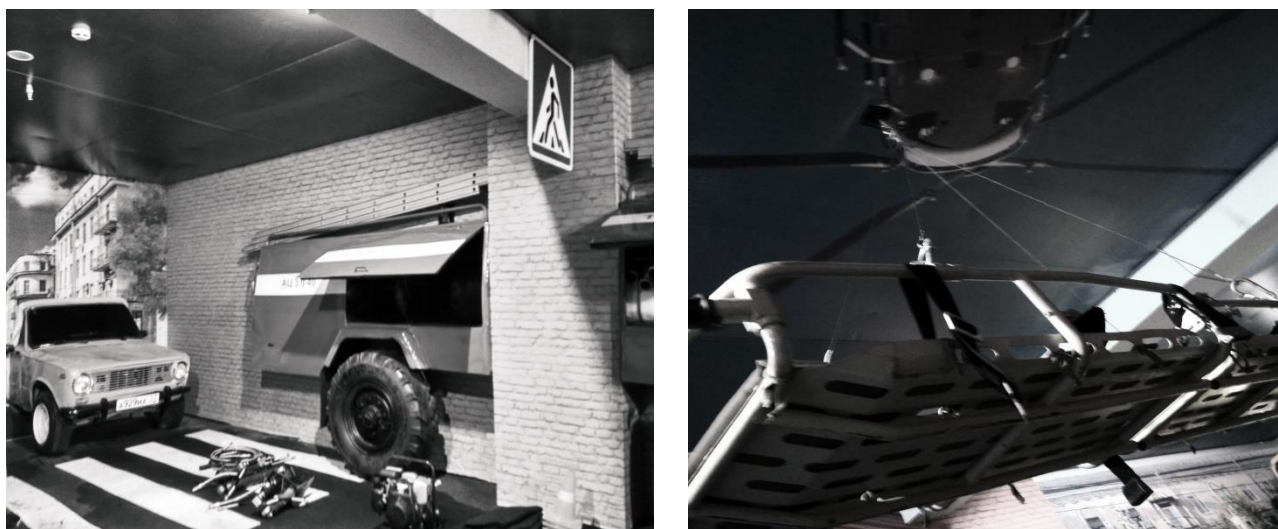


Рис. 5. Изображение модулей 6, 7 и закрепления носилок с помощью универсальных носилок «Спайдер» и подъемно-спусковой лебедки

Помещение учебного комплекса оборудовано ливневой системой водоотведения подаваемых огнетушащих веществ, на потолке размещается лебедка, необходимая для отработки действий по эвакуации пострадавшего с помощью носилок и специального крепления для них универсальных носилок «Спайдер» в лечебно-профилактическое учреждение на вертолете.

Таким образом, совокупность педагогических концепций, лежащих в основе програм-

мы подготовки пожарных и спасателей с помощью учебно-тренировочного комплекса содействует в развитии и формировании у обучаемых профессиональных навыков и опыта.

Заключение

Созданный многофункциональный комплекс подготовки пожарных и спасателей проведению аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях в различных погодных условиях внедрен в учебный

процесс Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России.

Функциональные возможности учебно-тренажерного комплекса способствуют формированию практического опыта и подготовки обучаемых в области ликвидации последствий

дорожно-транспортных происшествий в различных погодных условиях.

Устройство и методологический план учебного комплекса позволяют повысить сложность работы личного состава, безопасность персонала за счет снижения риска получения тяжелых травм при обучении, на качество подготовки будущих выпускников.

Список литературы:

1. Рондырев-Ильинский В. Б. Пожарно-строевая подготовка как основа профессионального обучения пожарных-спасателей // Вопросы педагогики. 2017. № 12. С. 61–64.

2. Афлятунов Т. И., Твердохлебов Н. В., Камышанский М. И. Действия пожарных, спасателей и участников дорожно-транспортных происшествий: учебно-методическое пособие. М.: Институт риска и безопасности, 2012. 240 с.

3. Чуприян А. П. Руководство по ведению аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с комплектом «Типовых технологических карт разборки транспортных средств, деблокирования и извлечения пострадавших при ликвидации последствий ДТП» (утв. МЧС России), Научно-техническое управление МЧС России. М., 2012. 61 с.

4. Шарабанова И. Ю., Шипилов Р. М., Харламов А. В. Применение новых методов подготовки и обучения спасателей, работающих в чрезвычайных ситуациях // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. 90 с.

5. Разработка модульного мобильного учебно-тренировочного комплекса на основе металлоконструкций контейнерного типа для подготовки пожарных-спасателей / А. Я. Садовский, А. М. Дубовик, В. В. Лахвич [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2012. № 2 (16). С. 4–11.

6. Многофункциональный учебно-тренажерный комплекс для обучения методам оказания первой помощи лицам, пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий «Деблокатор – 1.01 В» (автомобиль на крыше). <https://zarnitza.ru>.

7. Одинцов Л. Г., Курсаков А. В., Бондаренко Л. А. Тренажеры для обучения и контроля подготовленности спасателей // Технологии гражданской безопасности. 2007. № 2 (14). С. 56–61.

8. A Virtual Training Platform For Real Emergencies. <https://www.faac.com/training->

[simulators/public-safety/incident-management-simulator/](https://www.faac.com/training-simulators/public-safety/incident-management-simulator/)– (Дата обращения 14.12.2019)

9. Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / М. Ю. Легошин, И. М. Чистяков, С. Н. Никишов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11–4(65). С. 44–51.

10. Zuo-fu Yu, Jia-lin Guana. Fire and Rescue Combat Technical Training System Construction for Dangerous Chemicals// Procedia Engineering, 135(2016), pp. 654–659.

11. Julie Dugdale, Bernard Pavard, Nico Pallamin, Mehdi el Jed GRIC. EMERGENCY FIRE INCIDENT TRAINING IN A VIRTUAL WORLD – IRIT (Cognitive Engineering Research Group – Computer Science Research Institute of Toulouse). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kipdf.com/emergency-fire-incident-training-in-a-virtual-world_5b0cec468ead0ec72d8b4606.html/– (Дата обращения 16.12.2019)

12. Подготовка личного состава пожарной охраны с помощью ситуационных тренингов / А. А. Шарафутдинов, И. Ф. Хафизов, А. А. Кудрявцев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2015. № 4. С. 131–136.

References

1. Rondyrev-Ilinsky V. B. Pojarno-stroevaya podgotovka kak osnova professional'nogo obucheniya pojarnih-spasatelej [Fire drill training as the basis for professional training of firefighters and rescuers]. *Voprosy pedagogiki*, 2017, vol. 12, pp. 61–64.

2. Aflyatunov T. I., Tverdokhlebov N. V., Kamyshansky M. I. *Dejstviya pozharnyh, spasatelej i uchastnikov dorozhnogo dvizheniya pri likvidacii posledstvij dorozhno-transportnyh proisshestvij: uchebno-metodicheskoe posobie* [Educational and methodical manual: Actions of firefighters, rescuers and road users in eliminating the consequences of road accidents]. Moscow: Institute of risk and safety, 2012, 240 p.

3. Chupriyan A. P. *Rukovodstvo po vedeniyu avarijno-spasatel'nyh rabot pri likvidacii posledstvij dorozhno-transportnyh proisshestvij s*

komplektom «Tipovyh tekhnologicheskikh kart razborki transportnyh sredstv, deblokirovaniya i izvlecheniya postradavshih pri likvidacii posledstvij DTP» [Guidelines for the management of rescue works at liquidation of consequences of road accidents with a set of «Standard technological charts dismantling vehicles, release and extraction of victims at liquidation of consequences of accident» (app. EMERCOM of Russia)] Scientific-technical Directorate of EMERCOM of Russia. Moscow, 2012, 61 p.

4. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M., Kharlamov A. V. Primenenie novyh metodov podgotovki i obucheniya spasatelej, rabotayushhih v chrezvyčajnyh situacijah [Application of new methods of training and training of rescuers working in emergency situations]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, vol. 4, 90 p.

5. Razrabotka modul'nogo mobil'nogo uchebno-trenirovochnogo kompleksa na osnove metallokonstrukcij kontejnernogo tipa dlya podgotovki pozharnyh-spasatelej [Development of a modular mobile training complex based on container-type metal structures for training firefighters and rescuers] / A. Ya. Sadovskiy, A. M. Dubovik, V. V. Lakhvich [et al.]. *Bulletin of the University of civil protection of the Ministry of emergency situations of Belarus*, 2012, vol. 2(16), pp. 4–11.

6. Mnogofunktional'nyj uchebno-trenazhernyj kompleks dlya obucheniya metodam okazaniya pervoj pomoshhi liczam, postradavshim v rezul'tate dorozhno-transportnyh proisshestvij «Deblokator – 1.01 V» (avtomobil' na kryshe) [Multifunctional training and training complex for teaching first aid to people injured in road accidents «Deblokator-1.01 V» (car on the roof)]. <https://zarnitza.ru>. (accessed 14.12.2019).

7. Odintsovo L. G., Kursakov A. V., Bondarenko L. A. Trenazhery dlya obucheniya i kontrolya podgotovlennosti spasatelej [Simulators for training and monitoring the readiness of rescuers]. *Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2007, vol. 2(14), pp. 56–61.

8. A Virtual Training Platform For Real Emergencies. <https://www.faac.com/training-simulators/public-safety/incident-management-simulator/>-(accessed 14.12.2019).

9. Prakticheskoe ispol'zovanie uchebno-trenirovochnyh kompleksov dlya podgotovki pozharnyh i spasatelej [Practical use of training complexes for training firefighters and rescuers] / M. Yu. Legoshin, I. M. Chistyakov, S. N. Nikishov [at al.]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, vol. 11–4(65), pp. 44–51.

10. Zuo-fu Yu, Jia-lin Guana. Fire and Rescue Combat Technical Training System Construction for Dangerous Chemicals. *Procedia Engineering*, vol.135 (2016), pp.654-659.

11. Julie Dugdale, Bernard Pavard, Nico Pallamin, Mehdi el Jed GRIC. EMERGENCY FIRE INCIDENT TRAINING IN A VIRTUAL WORLD – IRIT (Cognitive Engineering Research Group – Computer Science Research Institute of Toulouse). https://kipdf.com/emergency-fire-incident-training-in-a-virtual-world_5b0cec468ead0ec72d8b4606.html/-(accessed 16.12.2019)

12. Podgotovka lichnogo sostava pozharnoj ohrany s pomoshh'yu situacionnyh treningov [Training of fire protection personnel using situational trainings] / A. A. Sharafutdinov, I. F. Khafizov, A. A. Kudryavtsev [at al.]. *Izvestiya vyshix uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz*, 2015, vol. 4, pp. 131–136.

Костяев Александр Алексеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

Заместитель начальника академии

E-mail: k87aa@mail.ru

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

Russian Federation, Ivanovo

deputy head of the Academy

E-mail: k87aa@mail.ru

Краснов Иван Александрович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
Заместитель начальника кафедры специальной подготовки
института профессиональной подготовки
E-mail: iw.krasnoff2013@yandex.ru

Krasnov Ivan Alexandrovich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
Deputy head of the Department of special training
Institute of professional training

Кичайкин Владимир Васильевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
Старший преподаватель кафедры специальной подготовки
института профессиональной подготовки
E-mail: mordvin535@mail.ru

Kichigin Vladimir Vasilyevich,

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer of the Department of special training
E-mail: mordvin535@mail.ru

Ниткин Андрей Николаевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
Старший преподаватель кафедры специальной подготовки
института профессиональной подготовки
E-mail: andrey_611@mail.ru

Nitkin Andrey Nikolaevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer of the Department of special training
E-mail: andrey_611@mail.ru

Чумаков Евгений Сергеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
Преподаватель кафедры специальной подготовки
института профессиональной подготовки
E-mail: fireglobus@inbox.ru

Chumakov Evgeniy Sergeevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
lecturer of the Department of special training
E-mail: fireglobus@inbox.ru

Баранова Дарья Сергеевна

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

Слушатель 621 учебной группы

E-mail: darja.baranova2017@yandex.ru

Baranova Daria Sergeevna

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

Russian Federation, Ivanovo

student of 621 study group

E-mail: darja.baranova2017@yandex.ru

УДК 614.841

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕАТРАЛЬНО-ЗРЕЛИЩНЫХ ЗДАНИЯХ СКВОЗЬ ПРИЗМУ ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА

Н. Ю. НОВИЧКОВА

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

В статье рассматривается проблема обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации театрально-зрелищных зданий, подчеркивается необходимость дальнейшего совершенствования мер противопожарной защиты театральных зданий. Отмечается связь между спецификой театральной деятельности и угрозой возникновения пожара в зданиях театров. Особое внимание уделяется истории применения противопожарного занавеса в обеспечении безопасного пребывания людей в театрах и концертных залах.

Автор подчеркивает, что при современном проектировании и строительстве театров серьезное внимание уделяется не только таким аспектам, как архитектурная выразительность сооружения, акустические свойства и механика зрительного зала, расстановка кресел и ширина проходов между ними, но и созданию комфортных и безопасных условий пребывания в театре зрителей.

Приводятся основные нормативные документы, на основании которых ведется строительное проектирование и эксплуатация театральных сооружений.

Делается вывод о том, что исторический опыт оказался полезным и способствовал развитию системы мер по обеспечению пожарной безопасности в театрально-зрелищных и культурно-просветительских учреждениях.

Ключевые слова: театрально-зрелищные здания; обеспечение пожарной безопасности; эксплуатация театральных сооружений; противопожарная защита; противопожарный занавес; угроза жизни людей.

ENSURING FIRE SAFETY IN THEATER AND ENTERTAINMENT BUILDINGS THROUGH THE PRISM OF HISTORICAL EXPERIENCE

N. YU. NOVICHKOVA

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: n.nature@mail.ru

The article considers the problem of fire safety in the operation of theater and entertainment buildings, emphasizes the need for further improvement of fire protection measures for theater buildings. The connection between the specifics of theater activities and the threat of fire in theater buildings is noted. Special attention is paid to the history of the usage of fire curtain in ensuring the safe presence of people in theaters and concert halls.

The author underlines that in modern design and construction of theater structures attention is paid not only to such aspects as architectural expressiveness of the building, acoustic properties and mechanics of the auditorium, the seating arrangement and width of passages between it, but also to creation of comfortable and safe conditions of presence of members of the audience in the theater.

The main normative documents on the basis of which the construction design and operation of theater structures are carried out are given.

It is concluded that the historical experience was useful and contributed to the development of a system of measures to ensure fire safety in theatrical, entertainment, cultural and educational institutions.

Key words: theater and entertainment buildings; fire safety; operation of theater structures; fire protection; fire curtain; threat to human life.

В условиях современной жизни наблюдается постоянный рост промышленного производства, создаются необходимые экономические условия для реализации не только материальных, но и духовных потребностей человека. Причем именно эстетические и духовные потребности считаются высшими стремлениями человека. Известный американский психолог А. Маслоу писал: «Человек — это пирамида потребностей с биологическими в основании и духовными на вершине» [1]. В связи с этим, театральное искусство остается актуальным и востребованным, поскольку оно направлено на приобщение человека к красоте, на удовлетворение чувства прекрасного.

Роль театра в развитии культурного уровня жизни людей очень велика, что определяет увеличение масштабов строительства театрально-зрелищных объектов: клубов, театров, концертных залов. Проектирование и возведение данного вида объектов выполняется с учетом многочисленных требований, одним из которых является высокий уровень обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей. При возникновении пожара наличие большого количества людей, заполняющих зрительный зал, неизбежно усложняет и замедляет эвакуацию, проведение которой в условиях чрезвычайной ситуации жизненно необходимо. Кроме того, пожар несет угрозу разрушения самого здания, приводит к уничтожению театрального реквизита, что оборачивается огромными материальными потерями.

Цель данного исследования – определить влияние исторического опыта на развитие системы мер по обеспечению пожарной безопасности в театрально-зрелищных и культурно-просветительских учреждениях.

Методологическую основу нашего исследования составляют такие научные принципы, как объективизм и системность. Принцип объективности, по-разному трактуемый в различных методологических концепциях, в современной парадигме понимается как истинное знание. К. В. Хвостова, определяя это понятие, пишет: «В качестве истинных в историческом знании рассматриваются высказывания, сформулированные на основе сведений источников, достоверность которых проверена и обоснована результатами сравнительного источниковедческого анализа. Если высказывание не может быть подтверждено сведениями источников, оно ложно» [2].

Принцип системности означает выявление взаимосвязи элементов, образующих систему, специфику их функционирования, взаимодействия, трансформацию. Такая социальная инновация как система обеспече-

ния пожарной безопасности включает в себя отдельные элементы (подсистемы), работающие по единому алгоритму и направленные на повышение уровня защиты населения от пожаров.

Вопросы пожарной безопасности при эксплуатации театральных зданий являлись крайне актуальными с первых лет появления в России профессионального театра, созданного в Ярославле в 1750 году русским актером Федором Волковым. Театр изначально размещался в явно непригодном для этого месте – кожевенном амбаре. Специальное театральное здание («театральная хоромина») открылось на берегу Волги 7 января 1751 года, но спустя уже 5 лет в 1756 было уничтожено пожаром [3]. С этого момента можно говорить о том, в России появилась проблема обеспечения пожарной безопасности на таком объекте с массовым пребыванием людей, как театр.

Необходимо отметить, что пожары в театрах случались как в России, так и в других странах: в 1851 году сгорело здание Берлинской королевской оперы, в марте 1853 году огненная стихия уничтожила московский Большой театр, в августе 1881 года та же судьба постигла Пражскую оперу. Одесский оперный театр в 1873 был полностью уничтожен пожаром [4]. Самым тяжелым последствием пожара в театрально-зрелищных зданиях, безусловно, является гибель людей. Данные мировой статистики свидетельствуют, что за период с 1751 по 1885 год, на пожарах в театрах, цирках и балаганах погибло 6735 человек.

Постоянная угроза возникновения пожара в здании театра как в прошлом, так и в настоящем связана со спецификой театральной деятельности, которая предполагает размещение и хранение огромного количества горючих материалов: декораций, костюмов и прочего театрального реквизита. Основным материалом для изготовления жестких декораций в XIX веке была древесина, а мягкие декорации изготавливались из папье-маше и различных тканей. При освещении сцены в XIX веке использовался открытый огонь. Один из театральных архитекторов начала XIX века вполне справедливо сравнивал театральную сцену с прекрасно сооруженной печью, в которой рукой искуснейшего кочегара расположены горючие материалы.

Наиболее частыми причинами пожаров являлись неосторожное обращение с огнем рабочих сцены, нарушения правил эксплуатации отопительных и осветительных систем. В 1881 году неосторожность рабочего, зажавшего газовые рожки для освещения декораций

на сцене Оперного театра в Вене, обернулась одной из самых страшных трагедий - пожаром, который унес жизни более 600 человек. Масштаб трагедии был обусловлен отсутствием преграды, отделявшей сцену от зрительного зала и ошибкой архитекторов, спроектировавших открывание дверей из зала внутрь помещения, что привело к давке и замедлило ход эвакуации. В результате часть зрителей погибла в давке у выхода из зала, а большая часть задохнулась в дыму, быстро наполнившим партер, и ложи.

После печальных событий в Вене проектирование театральных зданий стало производиться с учетом необходимых мер безопасности, и, прежде всего, обязательной установки противопожарного занавеса, который должен был изолировать зрительный зал от сцены в случае возникновения пожара с целью предотвращения его распространения.

Впервые подобная конструкция, выполненная из листовой стали, была установлена в парижском театре Одеон в 1826 году. Большой вес занавеса делал его спуск медленным, в связи с чем, сохранялась возможность распространения открытого пламени и дыма внутри зала. Вскоре он был заменен более легкой конструкцией из металлических полос. Целесообразность установки защитного занавеса не раз подтверждалась практикой его применения. Именно противопожарный занавес спас зрительный зал от уничтожения при пожаре, возникшем в здании Народного театра в Санкт – Петербурге в 1912 году и помог избежать повторения трагедии в Вене.

С сожалением приходится констатировать, что использование данного средства защиты людей от пожара в здании театра началось только после случаев массовой гибели людей.

В настоящее время проблема обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации театрально-зрелищных зданий не теряет своей актуальности. 2 октября 2012 года произошел пожар в здании театра юного зрителя в Саратове. Площадь возгорания составила 500 квадратных метров. Был нанесен существенный урон театральному реквизиту. 3 ноября 2013 года в результате пожара серьезно пострадало здание театра «Школа современной пьесы» в центре Москвы. Из здания театра было эвакуировано более 300 человек. В каждом случае пожар создавал реальную угрозу жизни людей и приводил к материальным потерям.

29 июня 2020 года во Владимире значительно пострадали от огня главная сцена и зрительный зал областного драматического театра. Пожар уничтожил практически все те-

атральное оборудование, в которое были вложены сотни миллионов рублей из областного бюджета. Губернатор Владимир Сипягин назвал случившееся трагедией для всей Владимирской области. Подобные случаи свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования мер противопожарной защиты театральных зданий.

При современном проектировании и строительстве театральных сооружений серьезное внимание уделяется не только таким аспектам, как архитектурная выразительность здания, акустические свойства и механика зрительного зала, но и созданию комфортных и безопасных условий пребывания в театре зрителей, обеспечению их быстрой эвакуации в случае возникновения пожарной опасности в течение 2-х минут.

В целях профилактики пожаров в зданиях театров все вопросы, касающиеся строительства и эксплуатации театральных сооружений, были детально проработаны в нормативной литературе. В настоящее время основными документами, регламентирующими требования пожарной безопасности для таких объектов с массовым пребыванием людей, как театр, являются: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме»; «ВППБ 13-01-94. Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации» (введены в действие Приказом Минкультуры РФ от 01.11.1994 № 736); Свод правил СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты; Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» (утв. приказом МЧС России от 24 апреля 2013 г. № 288); а также Приказ Министерства культуры Российской Федерации от 6 января 1998 года № 6 «Об утверждении и введении в действие правил охраны труда в театрах и концертных залах».

В перечень законодательно утвержденных требований пожарной безопасности для театрально-зрелищных и культурно-просветительских учреждений входит обязательная установка в порталных проемах со стороны сцены противопожарного занавеса в зрительных залах вместимостью более чем 800 мест¹. Как и в далеком прошлом, его задача состоит в создании определенного запаса

¹ ВППБ 13-01-94. «Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации» (введены в действие Приказом Минкультуры РФ от 01.11.1994 № 736).

времени для того, чтобы оперативно провести эвакуацию людей из горящего здания и локализовать очаг возгорания.

За более чем столетний период применения технические характеристики противопожарного занавеса заметно улучшились. В настоящее время он выполняется из огнестойких материалов и выдерживает температуру при пожаре не менее 1000 градусов; время спуска в области сценического проема составляет 30–40 секунд, что выгодно отличает его от первых образцов, применявшихся более ста лет назад. Фактор времени в этом случае очень важен, поскольку, как показывает практика, зрительный зал заполняется дымом всего за 1–2 минуты, что сразу создает угрозу жизни и здоровью людей. Управление опусканием противопожарного занавеса осуществляется из трех точек с планшета сцены, пожарного поста и с помощью лебедки.

Кроме противопожарного занавеса здания театральными зрелищными учреждениями оборудуются стационарными системами пожаротушения, внутренним противопожарным водопроводом. Конструкции из сгораемых материалов, объемные и скатанные декорации, занавесы обрабатываются огнезащитными составами. Здания театров обеспечиваются необходимым количеством эвакуационных выходов, в соответствии с установленными нормами для этих зданий. Количество и ширина выходов, протяженность путей эвакуации устанавливается в соответствии с необходимым временем для безопасной эвакуации людей. Все эти и другие меры в комплексе направлены на обеспечение высокого уровня безопасности людей во время их пребывания в театрах, концертных залах и клубах.

Современные технологии позволяют повышать степень защищенности людей и материальных ценностей в случае пожара, способствуют снижению уровня индивидуального пожарного риска на объектах защиты, в число которых входят театральными зрелищными учреждениями, что соответствует основному направлению Государственной политики в области обеспечения пожарной безопасности.

Указом Президента РФ от 1 января 2018 года № 2 утверждены «Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года». В данном документе отмечается, что на современном этапе основной целью государственной политики Российской Федерации в области обеспечения пожарной безопасности является обеспечение гарантированного уровня безопасности граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного и муниципального имущества от

пожаров и минимизация потерь от них. Достичь качественного повышения уровня защищенности населения от пожаров возможно при условии дальнейшего развития и внедрения в практику организационных, технических, социально-экономических и других мер по предупреждению пожаров².

В настоящее время с целью совершенствования системы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации готовятся изменения в Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», повышаются требования к объектам с массовым пребыванием людей. С 1 января 2021 года контрольно-надзорная деятельность в стране будет проходить по новым правилам, разработанным с учётом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития. Реформа контрольно-надзорной деятельности нацелена на построение новой эффективной системы государственного надзора, направленной на снижение социально значимых рисков и закрепление приоритета профилактических мер в качестве основного вида контроля. Все эти изменения будут способствовать выведению системы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации на качественно новый уровень, а, следовательно, позволят повысить уровень безопасности людей в зданиях театральными зрелищными и культурно-просветительскими учреждениями.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что исторический опыт оказался полезным и способствовал развитию системы мер по обеспечению пожарной безопасности в театральными зрелищными и культурно-просветительскими учреждениями. Данная система в настоящее время разрабатывается в соответствии с государственной политикой Российской Федерации в области пожарной безопасности и позволяет гражданам России чувствовать себя защищенными во время общения к высокому театральному искусству.

² Указ Президента Российской Федерации от 1 января 2018 года №2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года».

Список литературы

1. Маслоу А. Мотивация и личность. СПб., 2013. 351 с.
2. Хвостова К. В. Особенности истины и объективности в историческом знании // Проблемы исторического познания: сб. статей. М.: ИВИ РАН, 2012. 54 с.
3. Север Н. М. Летопись театра имени Ф. Г. Волкова. Ярославль: Верхне-Волжское кн. изд-во, 1973. 160 с.
4. Одесса 1794–1894: К столетию города. Одесса: Изд. городского общественного управления, 1894–95. 836 с.

References

1. Maslou A. *Motivaciya i lichnost'* [Motivation and personality]. SPb, 2013. 351 p.
2. Xvostova K. V. *Osobennosti istiny` i ob`ektivnosti v istoricheskom znanii* [Peculiarities of truth and objectivity in historical knowledge]. *Problemy` istoricheskogo poznaniya: sb. statej*. Moscow: IVI RAN, 2012, p. 54.
3. Sever N. M. *Letopis` teatra imeni F. G. Volkova* [Chronicle of the F. G. Volkov Theater]. Yaroslavl`: Verxne-Volzhsкое kn. izd-vo, 1973, 160 p.
4. *Odessa 1794–1894: K stoletiyu goroda* [Odessa 1794–1894: To the century of the city]. Odessa: Izd. Gorodskogo obshhestvennogo upravleniya, 1894–95. 836 p.

Новичкова Наталья Юрьевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор культурологии, кандидат исторических наук, доцент
E-mail: n.nature@mail.r

Novichkova Natalia Yurevna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of Culturology, candidate of historical sciences, docent
E-mail: n.nature@mail.r

УДК 614.841.411

**ВОЗМОЖНОСТИ ГАРМОНИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ
ОТ 25.06.2002 № 73-ФЗ «ОБ ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
(ПАМЯТНИКАХ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ) НАРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
И ОТ 22.07.2008 № 123-ФЗ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О ТРЕБОВАНИЯХ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ» (НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ
РЕЛИГИОЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ)**

В. И. ПРИСАДКОВ, Д. В. УШАКОВ, А. А. АБАШКИН, С. В. МУСЛАКОВА, К. В. ПРИСАДКОВ
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета»
научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России),
Российская Федерация, г. Балашиха
E-mail: k708@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы, связанные со спецификой обеспечения пожарной безопасности объектов культурного наследия религиозного назначения с учетом требований федеральных законов от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» и от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Предложено при приспособлении объектов для современного использования исходить из минимизации затрат на противопожарные мероприятия при условии выполнения нормативных требований по величине индивидуального пожарного риска. На основе индивидуально-подхода, реализуемого в рамках специальных технических условий на проектирование системы обеспечения пожарной безопасности и учитывающего специфику объекта, разрабатывается рациональный вариант защиты объекта от пожара при сохранении предмета охраны. Основным контролируемым параметром при этом является количество людей, одновременно находящихся на объекте. Теоретические положения статьи проиллюстрированы примером эффективной системы обеспечения пожарной безопасности для помещения приема паломников в историческом здании храма. Подтверждено, что при индивидуальном подходе к проектированию в исторических зданиях могут быть созданы условия, при выполнении которых противоречий между требованиями по охране памятников и нормативными документами по пожарной безопасности не возникает.

Ключевые слова: объект культурного наследия, система противопожарной защиты, гармонизация требований, индивидуальный пожарный риск, безопасность людей.

**OPPORTUNITIES FOR HARMONIZATION OF FEDERAL LAW
REQUIREMENTS FROM 25.06.2002 № 73-FL «ABOUT OBJECTS OF CULTURAL
HERITAGE (HISTORICAL AND CULTURAL MONUMENTS) OF THE PEOPLES
OF THE RUSSIAN FEDERATION» AND FROM 22.07.2008 № 123-FL
«TECHNICAL REGULATIONS ON FIRE SAFETY REQUIREMENTS»
(ON THE EXAMPLE OF RELIGIOUS OBJECTS)**

V. I. PRISADKOV, D. V. USHAKOV, A. A. ABASHKIN, S. V. MUSLAKOVA, K. V. PRISADKOV
The Badge of Honour Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute
for Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters,
Russian Federation, Balashikha
E-mail: k708@yandex.ru

The article considers the questions connected with specifics of development of fire protection systems for objects of cultural heritage for religious purposes considering the requirements of Federal law of 25.06.2002 № 73-FL «About objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation» and from 22.07.2008 № 123-FL «Technical regulations on fire safety requirements».

It is proposed to base on minimizing the cost of fire protection measures, if the regulatory requirements for the amount of individual fire risk are met, to adapt objects for modern use. A rational variant of fire protection is developed while saving the subject of protection of the object based on an individual approach implemented within the framework of special technical conditions for the design of a fire protection system and taking into account the specifics of the object. The controlled parameter is the number of people who are simultaneously on the object. The theoretical provisions of the article are illustrated by an example of a rational variant of fire protection of the premises for receiving pilgrims in the historical building of the Cathedral. It is confirmed that with an individual approach to the design of the FPS of historical buildings it is possible to create such conditions that there are no contradictions between the requirements safety of historical and cultural monuments and regulatory documents on fire safety.

Key words: object of cultural heritage, fire protection system, harmonization of requirements, individual fire risk, safety of people.

В последние годы были приняты нормативные документы пожарной безопасности для объектов религиозного назначения: СП 258.1311500.2016 «Объекты религиозного назначения. Требования пожарной безопасности» - для вновь строящихся и реконструируемых объектов и СП 388.1311500.2018 «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности», распространяющиеся на существующие объекты культурного наследия народов России религиозного назначения при проведении работ по их приспособлению для современного использования.

Указанные своды правил разработаны в соответствии с положениями федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – ФЗ-123) и позволяют на основе гибкого нормирования повысить качество проектирования систем пожарной безопасности для религиозных объектов.

Однако, у некоторых руководителей объектов культурного наследия возникло мнение, что СП 388.1311500.2018 в значительной степени противоречит требованиям федерального закона от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов России» (далее – ФЗ-73) [1,2].

Позиция критиков основывается на том, что при проведении работ по приспособлению к современному использованию объекта культурного наследия необходимо соблюсти его целостность как памятника, а в своде правил СП 388.1311500 в большинстве пунктов требуются изменения исторических конструкций, внешнего облика фасадов и интерьеров, а также глобально ограничиваются возможности восстановления исторических функций объектов культурного наследия религиозного назначения.

Например, требование по устройству вытяжной противодымной вентиляции мо-

дельных залов посчитали избыточным, трудно выполнимым и необоснованным [1].

При этом, применение норм указанного свода правил к имеющимся объектам культурного наследия потребует привлечения значительных финансовых ресурсов [2].

Следует отметить, что за внесением изменений в охраняемые элементы зданий на основе проектов приспособления осуществляется строгий контроль Государственная инспекция по охране объектов культурного наследия, с целью сохранения памятников истории и культуры в соответствии с охраняемыми грамотами.

Может возникнуть мнение, что своды правил СП 258.1311500 и СП 388.1311500 могут использоваться в основном для объектов нового строительства и на практике применение требований СП 388.1311500 к объектам культурного наследия религиозного назначения не представляется возможным.

Но, как известно, практика является мерилом истины. В случае с объектами культурного наследия такой практикой являются результаты разработки индивидуальных требований к системам обеспечения пожарной безопасности защиты объектов культурного наследия, содержащиеся в специальных технических условиях (далее – СТУ), согласованных в установленном порядке.

Цель представленной статьи рассмотреть возможность гармонизации требований федеральных законов ФЗ-73 и ФЗ-123 для объектов культурного наследия народов Российской Федерации, приспособляемых для современного использования, в том числе для отправления религиозных обрядов, основываясь на практических результатах разработки требований пожарной безопасности для таких объектов в рамках согласованных СТУ.

В статье кратко изложены теоретические основы и практический опыт разработки индивидуальных требований к объектам культурного наследия на примере выбора рацио-

нального варианта системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) исторического религиозного здания.

1. Возможности выбора рационального варианта системы обеспечения пожарной безопасности для объекта культурного наследия религиозного назначения

При выборе мероприятий по обеспечению пожарной безопасности исторических объектов для начала следует четко определить критерии (скрепы), позволяющие найти компромиссные решения при обосновании СОПБ объектов религиозного назначения.

Таковыми скрепами являются требования:

- ст. 79 федерального закона ФЗ-123 – величина индивидуального пожарного риска в здании религиозного назначения не должна превышать 10^{-6} год⁻¹;

- ст. 53 федерального закона ФЗ-123 - требования по обеспечению в каждом здании условий по безопасной эвакуации людей при пожаре из здания.

На выбор системы противопожарной защиты объекта культурного наследия накладываются два основных ограничения:

- СОПБ не должна изменять элементы здания, являющиеся предметом охраны¹;

- в рамках гибкого нормирования должен быть выбран рациональный вариант СОПБ [3, 4], имеющий наилучшие экономические показатели по выбранному критерию.

Результаты выбора рационального варианта СОПБ для объектов культурного наследия религиозного назначения могут быть оформлены, например, в виде специальных технических условий.

Имеющаяся практика разработки СОПБ для объектов культурного наследия в рамках СТУ, позволяет оценить эффективность разработанного варианта защиты [5].

Ниже приведен пример разработки рационального варианта СОПБ для объекта культурного наследия религиозного назначения, обеспечивающий гармоничное сочетание выполнения требований по сохранению исторически ценных особенностей объекта с выполнением условий, обеспечивающих безопасную эвакуацию людей при пожаре с учетом функционального назначения приспособляемого объекта.

2. Обоснование выбора системы обеспечения пожарной безопасности подвального этажа храма

2.1 Краткое описание объекта

Здание храма, находящегося в одном из монастырей России, двухэтажное с цокольным этажом. В качестве объекта защиты приняты помещения в цокольном этаже храма (рис. 1), используемые для приема гостей, паломников и встреч прихожан с насельниками монастыря и духовенством.

Пол цокольного этажа каменный находится на отметке -4,750 (-4,160). За отметку 0,000 взята отметка пола молельного зала на 1 этаже храма.

Площадь цокольного этажа составляет 903 м². В центральной части предусмотрено углубление пола при устройстве бетонного усиления существующих фундаментов (вдоль стен). Потолок сводчатый, арочный с парусами и историческим кирпичным сводом. Предусматривается роспись и покраска стен и потолка.

Из теплового тамбура цоколя предусмотрена технологическая лестница, ведущая на 1 этаж в молельный зал храма.

Помещения цоколя оборудованы 9 окнами размером около (0,5–0,7)×1,15 м (высота × ширина), размещенными выше уровня земли.

Высота помещений в цокольном этаже изменяется в пределах 2,7–3,6 м. Объем помещений - 2241 м³.

В цоколе предусмотрены большой и малый залы, а также три вестибюля (северный, южный и центральный), тепловой тамбур, коридоры, электрощитовая, насосная, две вентиляционные камеры. Помещения для приема пищи не предусмотрены.

В помещениях цокольного этажа размещены иконы в киотах и без киотов, облачения монашествующих, священнослужителей, церковные облачения, глиняная, фарфоровая и металлическая посуда, небольшое количество мебели (скамейки). Вдоль стен устроены стеклянные витрины и информационные экраны по православной тематике и по истории монастырской обители. Предусмотрена возможность демонстрации документальных фильмов с компьютера на интерактивный экран размером до 2×1,5 м.

Прием прибывших в монастырь проходит только в большом зале, где проводятся беседы с паломниками. В цоколе может одновременно находиться только одна группа со временем пребывания до одного часа, что предусмотрено паломнической службой. Дети находятся только в сопровождении родителей или воспитателей (учителей).

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов России».

Доступ людей, относящихся к маломобильной группе населения (далее – МГН) на креслах-колясках (группы М4) в цокольный этаж, не предусмотрен.

Из цоколя устроены два не рассредоточенных выхода наружу.

Размещение гардероба-самообслуживания для паломников предусмотрено в малом зале.

Класс функциональной пожарной опасности помещений, расположенных в цокольном этаже: Ф3.7 - помещение религиозного назначения; Ф5.1 - производственные помещения (электрощитовая, венткамеры и насосная).

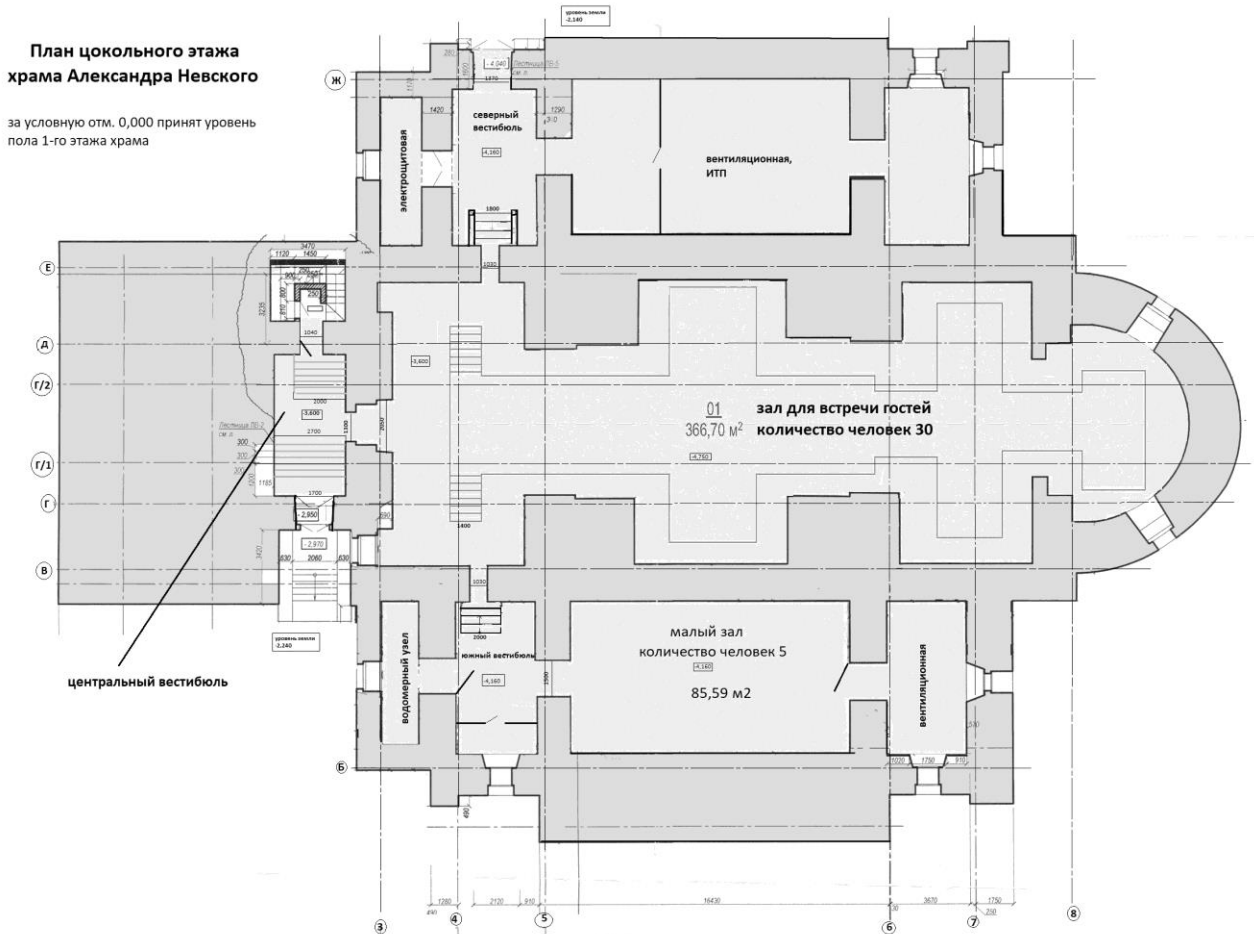


Рис. 1. План помещений храма в цокольном этаже

2.2 Выбор системы обеспечения пожарной безопасности объекта

В методике² (раздел IV п. 24) приведен перечень входных факторов, которые можно

² Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, утверждена приказом МЧС России от 30.06. 2009 г. № 382. Зарегистрировано в Минюсте России 06.08.2009 г. № 14486 (в ред. Приказов МЧС России от 12.12.2011 г. № 749 и от 02.12.2015 г. № 632).

использовать для разработки рационального варианта СОПБ объекта. С учетом специфики использования помещений объекта, контингента людей в помещениях и объемно-планировочных решений разработан рациональный вариант СОПБ объекта, включающей следующие элементы защиты:

- объект (помещение для встречи гостей) выделить в отдельный пожарный отсек, ограниченный внешними стенами подвала и противопожарным перекрытием 1-го типа;
- на выходе из цоколя в молельный зал храма установить противопожарную дверь 1-го типа.

Также на объекте предусмотреть следующие мероприятия:

- автоматическую адресно-аналоговую пожарную сигнализацию (далее - АПС) на дымовых пожарных извещателях;
- установить ручные пожарные извещатели;
- предусмотреть систему противодымной вентиляции с использованием открываемых при пожаре фрамуг, установленных в оконных проемах;
- систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее - СОУЭ) предусмотреть 3-го типа;
- установить противопожарные двери 2-го типа на входах в технические помещения;
- предусмотреть аварийное (эвакуационное) освещение;
- электроприемники системы противопожарной защиты объекта запитать по 1-й категории надежности;
- внутренний противопожарный водопровод;
- кабельные линии электропроводки должны иметь защиту в соответствии с требованиями ПУЭ;
- увеличить в 1,5 раза обеспеченность объекта первичными средствами пожаротушения;
- пожарную нагрузку в большом и малых залах, в вестибюлях подвала ограничить до 5 МДж/м²;
- горючие материалы выставочных стендов, световых коробов выполнить трудновоспламеняемыми и не относящимися к классу чрезвычайно опасных по токсичности продуктов горения.

Система круглосуточного мониторинга и управления системой противопожарной защиты разместить в помещении поста охраны монастыря с постоянным пребыванием людей.

2.3 Проверка условий обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре из помещений объекта

В соответствии с положениями статьи 53 Федерального закона от 22 июля 2008г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», безопасная эвакуация людей из зданий, сооружений и строений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации при пожаре. При проведении расчетов по определению расчетного и необходимого времени эвакуации

были использованы методы математического моделирования, приведенные в Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности³ и [9]. Характеристики и структура людских потоков в объекте принята с учетом данных⁴ и [9].

Для расчета времени блокирования эвакуационных выходов опасными факторами пожара (далее – ОФП) рассматривается сценарий развития пожара, который характеризуется наиболее неблагоприятными возможными последствиями. Пожар возникает в помещении для встречи гостей, расположенном на отм. -4,750, на уровне пола (рис. 2, 3).

В качестве исходных данных были использованы интерьерные решения/обмеры цокольного этажа храма, ведомость рабочих чертежей основного комплекта, разработанные проектной организацией.

Месторасположение очага пожара способствует быстрому распространению ОФП с последующим блокированием эвакуационных выходов В1 и В2.

При проведении расчетов рассматривалось помещение очага пожара, южный, северный и центральный вестибюль. Все двери считались закрытыми. Высота рассматриваемой системы помещений переменная и составляет от 2,7 до 3,6 м. От первичного очага пламя распространяется по расположенным в непосредственной близости горючим материалам.

С учетом сложной пространственной структуры стен, потолков помещений был использован полевой метод математического моделирования.

Результаты расчетов времени блокирования отдельных эвакуационных выходов представлены в табл. 1.

³ Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, утверждена приказом МЧС России от 30.06. 2009 г. № 382. Зарегистрировано в Минюсте России 06.08.2009 г. № 14486 (в ред. Приказов МЧС России от 12.12.2011 г. № 749 и от 02.12.2015 г. № 632).

⁴ Там же.

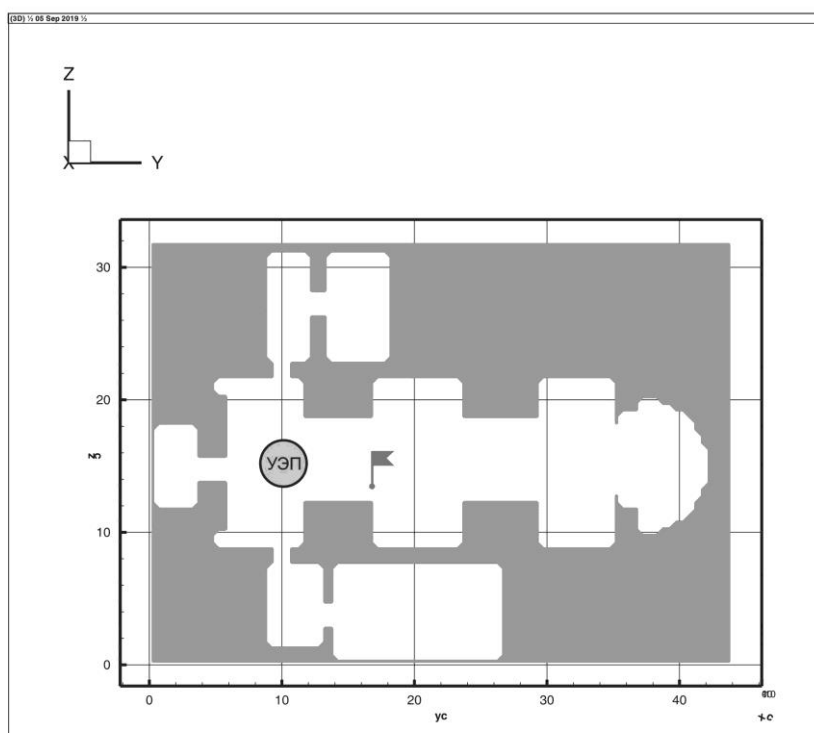


Рис. 2. Расчетная схема сценария развития пожара (горизонтальное сечение; УЭП – участок эвакуационного пути)

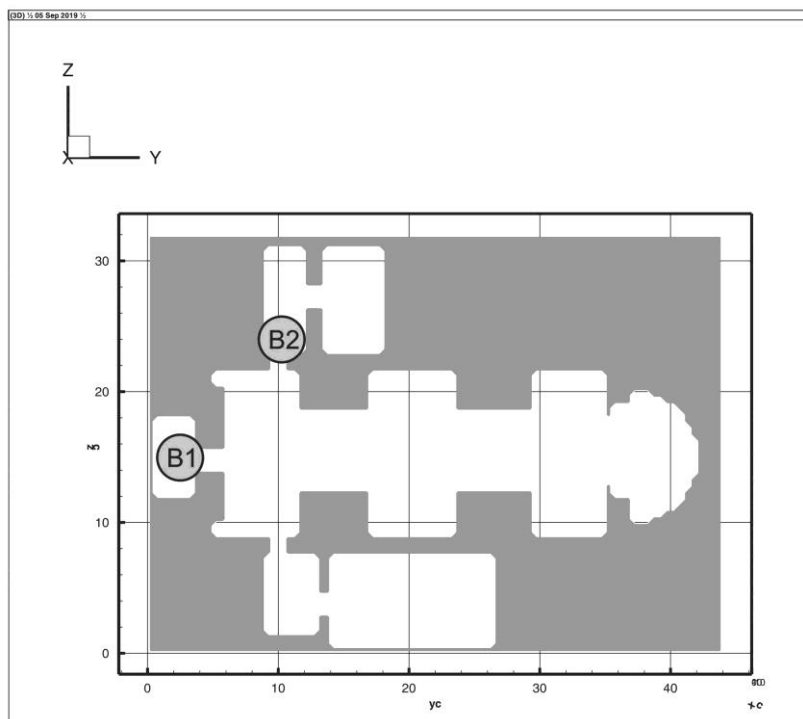


Рис. 3. Расчетная схема сценария развития пожара (горизонтальное сечение; B1, B2 – эвакуационные выходы (пути эвакуации))

Таблица 2. Определение параметров эвакуации людей при пожаре из здания

Пути эвакуации	$t_{\text{бл}}, \text{с}$	$0,8t_{\text{бл}}, \text{с}$	$t_p, \text{с}$	Запас по времени ($t_{\text{нб}} - t_p$), с
В1	100	80	64	16
В2	100	80	78	2

Во 2-м столбце таблицы приведено время блокирования соответствующего выхода, в 3-м столбце – необходимое время эвакуации людей, а в 4-м столбце – расчетное время эвакуации людей из соответствующей зоны. В 5-м столбце приведено значение запаса по времени.

Как видно из табл. 2, время блокирования путей эвакуации превышает расчетное время эвакуации людей для рассмотренного сценария пожара. Характеристики процесса эвакуации представлены на рис. 5.

Сравнивая полученные значения, можно сделать вывод, что возможность безопас-

ной эвакуации людей, находящихся в помещениях цокольного этажа объекта культурного наследия федерального значения «Помещение для встречи гостей», будет обеспечиваться при условии, если время от момента возникновения возгорания до момента оповещения и начала эвакуации не превысит минимального запаса по времени равному 2 с (табл. 2). Указанное обстоятельство необходимо учесть при выборе оборудования систем АПС и СОУЭ, а также при организации процесса эвакуации из цокольного этажа храма.

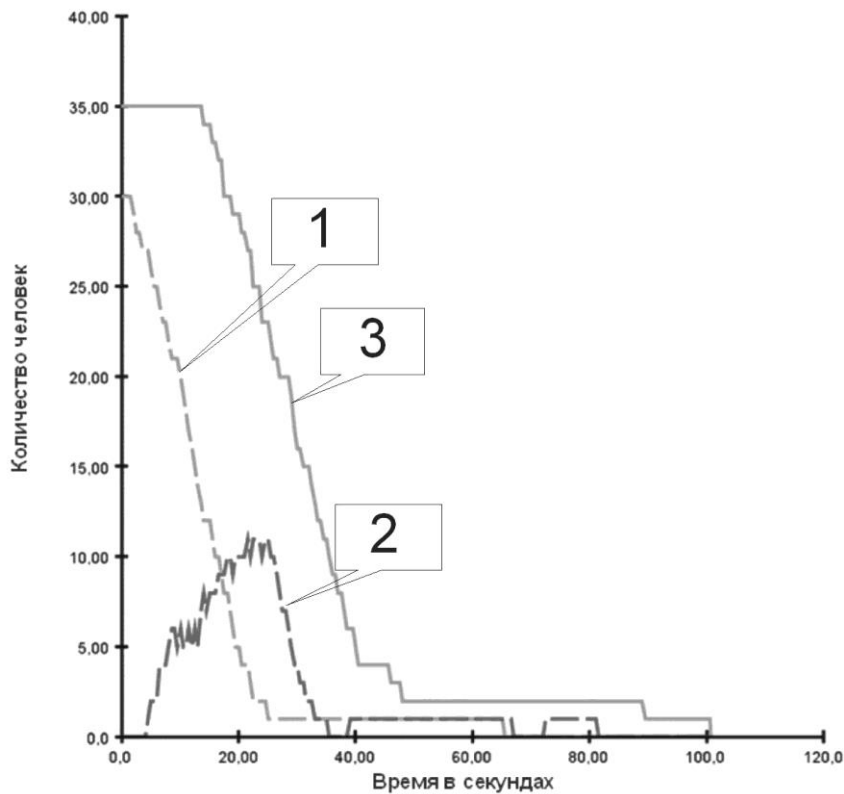


Рис. 5. Динамика эвакуации людей
(1 – из помещения очага пожара; 2 – из помещения вестибюля; 3 – из здания)

Заключение

1. На примере объекта культурного наследия федерального значения показана возможность одновременного выполнения требований федеральных законов ФЗ-73 и ФЗ-123 путем выбора рационального варианта

системы обеспечения пожарной безопасности объекта с учетом соблюдения его функциональных характеристик. При этом сохраняются все элементы охраны объекта культурного наследия. Расчеты показывают, что на объекте необходимо дополнительно укреплять систему

предотвращения пожара, систему противопожарной защиты (установить малоинерционные пожарные извещатели, например, аспирационные извещатели), а также провести соответствующие организационные мероприятия (например, проводить краткий пожарный инструктаж паломников, организованных в группы). Одновременно, разработанный вариант СОПБ экономически приемлем и удовлетворяет формальным и неформальным критериям Заказчика.

2. На основе расчетов установлено, что допустимое количество паломников на объекте должно составлять не более 30 человек одновременно в течение часа при принятых объемно-планировочных решениях объекта, конструктивном исполнении эвакуационных путей и системах коллективной защиты (обнаружения пожара и управления эвакуацией 3-го типа, противопожарной вентиляции с естественным побуждением). При этом 30 человек в час – не противоречит пропускной способности объекта, установленной паломнической службой при количестве персонала на объекте до 5 человек.

3. Приведенный пример показывает возможность гармонизации требований федеральных законов от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках

истории и культуры) народов Российской Федерации» и от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Тем самым подтверждена эффективность практики индивидуального подхода к разработке рациональных вариантов СОПБ для объектов культурного наследия, позволяющая устранить «прямые противоречия» между вышеуказанными федеральными законами.

4. В рамках гибкого нормирования индивидуальный подход позволяет учитывать в той или иной мере «устав религиозной организации, устав богослужений и религиозных традиций, историческую функцию зданий, его фактическую вместимость, а также архитектурно-планировочные структуры здания и прилегающую территорию» [1].

5. Практика подтверждает, что на основе разработки СТУ, использования индивидуального подхода и внедрения на объектах культурного наследия организационно-технических противопожарных мероприятий, современных инновационных технологий в рамках сформулированной системы критериев можно установить рациональный вариант СОПБ для памятников культурного наследия народов России при сохранении всех элементов охраны.

Список литературы

1. Архимандрит Порфирий (Шутов). Соловецкий монастырь: исполнение требований проекта свода правил «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности при проведении работ по приспособлению»... может спровоцировать полную остановку реставрации таких объектов // Противопожарная защита. Пожарная автоматика. М.: 2018. С. 140–141.

2. Коньшев И. Пожарная безопасность VS. Фрески Андрея Рублева // Противопожарная защита. Пожарная автоматика. М., 2018. С. 142–143.

3. Присадков В. И., Ерёмина Т. Ю., Тихонова Н. В. Предпосылки разработки свода правил «Противопожарная защита объектов культурного наследия» // Пожаровзрывобезопасность. М.: 2017. № 5. С. 45–53.

4. Критерии выбора рациональных вариантов систем противопожарной защиты храмовых комплексов / А. А. Бондырев, А. Н. Гилетич, В. И. Присадков [и др.] // Пожарная безопасность. 2014. № 3. С. 112–115.

5. Обеспечение пожарной безопасности объектов культурного наследия / В. И. Присадков, С. В. Мусликова, Д. В. Ушаков [и др.] // Ройтмановские чтения: сборник мате-

риалов 8-ой научно-практической конференции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. С. 88–91.

6. Холщевников В. В. Гносеология людских потоков: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 592 с.

References

1. Arkhimandrid Porfiriy (Shutov). Solovetskiy monastir': ispolnenie trebovaniy proekta svoda pravil "Ob'ektiy kul'turnogo nacleidiya religioznogo naznacheniya. Trebovaniya pozharnoy bezopasnosti pri provedenii rabot po prisposobleniu... mozhët sprovoctirovat' polnuyu ostanovku restavratsii takikh ob'ektov [Solovetsky monastery: compliance with the requirements of the draft code of rules «Objects of cultural heritage of religious purpose. Fire safety requirements when carrying out work on the device»... may cause the restoration of such objects to stop completely]. *Protivopozharnaya zashita. Pozharnaya avtomatika*, 2018, pp. 140–141

2. Konyshev I. Pozharnaya bezopasnost' VS. Freski Andrey Rubleva [Fire safety VS. Murals By Andrey Rublev]. *Protivopozharnaya zashita. Pozharnaya avtomatika*, 2018, pp.142-143

3. Prasadkov V. I., Eremina T. U., Tikhonova N. V. Predposylki razrabotki svoda

pravil «Protivopozharnaya zashita ob'ektov kul'turnogo naslediya» [Prerequisites for the development of a set of rules «Fire protection of cultural heritage objects»]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2017, issue 5, pp. 45–53.

4. Kriterii vybora ratsyonal'nykh variantov system protivopozharnoy zashity khramovykh kompleksov [Criteria for selecting rational options for fire protection systems of temple complexes] / A. A. Bondyrev, A. N. Giletich, V. I. Prisadkov [et al.]. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2017, issue 3, pp. 112–115.

5. Obespechenie pozharnoy bezopasnosti ob'ektov kul'turnogo naslediya [Ensuring fire safety of cultural heritage sites] / V. I. Prisadkov, S. V. Muslakova, D. V. Ushakov [et al.]. *Roytmannovskie chteniya: sbornik materialov 8 nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Moscow: Akademiya GPS MChS Rossii, 2020, pp. 88–91.

6. Kholshchevnikov V. V. *Gnoseologiya ljudskikh potokov: monografiya* [Epistemology of human flows: monograph]. Moscow: Akademiya GPS MChS Rossii, 2019. 592 p.

Присадков Владимир Иванович

ФГБУ ВНИИПО МЧС России,

Российская Федерация, г. Балашиха

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник

E-mail: k708@yandex.ru

Prisadkov Vladimir Ivanovich

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia,

Russian Federation, Balashikha

Doctor of Technical Sciences, Professor, Main Researcher

E-mail: k708@yandex.ru

Ушаков Дмитрий Викторович

ФГБУ ВНИИПО МЧС России,

Российская Федерация, г. Балашиха

начальник отдела

E-mail: k708@yandex.ru

Ushakov Dmitriy Viktorovich

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia,

Russian Federation, Balashikha

Chief of Department

E-mail: k708@yandex.ru

Абашкин Александр Анатольевич

ФГБУ ВНИИПО МЧС России,

Российская Федерация, г. Балашиха

заместитель начальника отдела

E-mail: k708@yandex.ru

Abashkin Aleksandr Ananol'yevich

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia,

Russian Federation, Balashikha

Deputy Chief of Department

E-mail: k708@yandex.ru

Мушлакова Светлана Витальевна

ФГБУ ВНИИПО МЧС России,

Российская Федерация, г. Балашиха

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

E-mail: k708@yandex.ru

Muslakova Svetlana Vital'yevna

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia,

Russian Federation, Balashikha

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher

E-mail: k708@yandex.ru

Присадков Константин Владимирович
ООО «ЦентрПСР»,
Российская Федерация, г. Владимир
главный специалист
Prisadkov Konstantin Vladimirovich
ООО CentrPSR
Russian Federation, Vladimir
Head specialistr

Авторы выражают признательность за внимание к работе, важные замечания и пожелания доценту, кандидату технических наук Попову В.И.

УДК 614.835.3

СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ СТАЛИ МАРКИ «СТАЛЬ 3» В ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ПРЯМОГОННОГО БЕНЗИНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СЕРОВОДОРОДА

С. А. СЫРБУ, А. Г. АЗОВЦЕВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: syrbue@yandex.ru, asovtsev121@mail.ru

В статье приводятся данные о скорости сероводородной коррозии в паровоздушной среде прямогонного бензина, полученные на экспериментальной установке при содержании сероводорода от 0,02 до 0,5 % об. Данные обрабатывались с помощью утвержденных методик в области единой системы защиты от коррозии и старения. Образцы стали марки «Сталь 3» экспонировались в течение 100 суток. Результаты эксперимента показали, что в первые 18 и последние 23 дня экспонирования скорость коррозии не увеличивалась, что связано с образованием на поверхности образцов защитной макинавитной пленки. Полученные данные в дальнейшем можно использовать для прогнозирования критических значений толщины пирофорных отложений в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: коррозия, нефтегазовая отрасль, пирофорные отложения, прямогонный бензин, сероводород

CORROSION RATE OF STEEL GRADE «STEEL 3» IN STEAM-AIR MEDIUM OF STRAIGHT GASOLINE AT DIFFERENT CONCENTRATIONS OF HYDROGEN SULFUR

S. A. SYRBU, A. G. AZOVTSSEV

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: syrbue@yandex.ru, asovtsev121@mail.ru

The article presents data on the rate of hydrogen sulfide corrosion in the vapor-air environment of straight-run gasoline, obtained in an experimental setup with a hydrogen sulfide content of 0.02 to 0.5% vol. The data were processed using approved procedures in the field of a unified system of protection against corrosion and aging. Samples of steel grade «Steel 3» were exposed for 100 days. The experimental results showed that in the first 18 and last 23 days of exposure, the corrosion rate did not increase, which is associated with the formation of a protective macinavite film on the surface of the samples. The data obtained can then be used to predict the critical values of the thickness of pyrophoric deposits in the oil and gas industry.

Key words: corrosion, oil and gas industry, pyrophoric deposits, straight-run gasoline, hydrogen sulfide.

Актуальность

Обеспечение пожарной безопасности на промышленных объектах нефтегазовой отрасли является актуальной задачей. В данной отрасли существует большое количество факторов, которые могут привести к гибели людей и нанесению значительного материального ущерба. Один из таких факторов – самовозгорание пирофорных отложений возникает при хранении сероводородсодержащей нефти или

нефтепродуктов. В период с 2000 по 2019 гг. на территории Российской Федерации на резервуарах вертикальных стальных (РВС) по причине самовозгорания пирофорных отложений произошло 18 пожаров. Наибольшая частота пожаров от самовозгорания пирофорных отложений приходится на РВС для хранения нефти и светлых нефтепродуктов. В работе [1] было показано, что в РВС, где хранятся бензины, на пожары от самовозгорания пирофорных отложений приходится порядка 35 % от общего количества случаев самовозгорания.

Опасность самовозгорания пирофорных отложений можно снизить двумя путями. Первый – за счет уменьшения концентрации кислорода, второй – за счет ограничения толщины самих отложений [2]. В работе [3] было выдвинуто предположение о зависимости скорости роста толщины пирофорных отложений от скорости коррозии стальной подложки при хранении нефти и нефтепродуктов. Так как на РВС с бензинами приходится большое количество пожаров от самовозгорания пирофорных отложений, то актуальной задачей является изучение скорости коррозии при хранении бензинов. Наибольшую концентрацию примеси сероводорода имеют прямогонные бензины [4], потому в данной работе будет рассматриваться влияние концентрации сероводорода на скорость коррозии стали марки «Сталь 3» в паровоздушной среде прямогонного бензина.

В качестве исследуемого материала выступала сталь марки «Сталь 3», т.к. является одним из наиболее распространенных конструкционных материалов для РВС. РВС из стали марки «Сталь 3» для хранения прямогонного бензина используют многие нефтеперерабатывающие компании, например, предприятия компании «Лукойл».

Методика проведения эксперимента аналогична с работой [5].

Экспонирование образцов осуществлялось в течение 2400 ч при различных значениях концентрации сероводорода (0,02, 0,2 и 0,5 % об.). Образцы периодически вынимались (после 408 и 1848 ч) для определения их массы на аналитических весах с точностью $\pm 10^{-4}$ г. Удаление продуктов коррозии с поверхности образцов осуществлялось последовательно механическим способом и очисткой в ультразвуковой ванне. Подача сероводорода осуществлялась из газового баллона, концен-

трация сероводорода определялась по формуле:

$$C_{H_2S} = \frac{p_{H_2S}}{p_{H_2S} + p_{атм}} \quad (1)$$

где: p_{H_2S} – давление сероводорода, атм, определялось по показаниям редуктора на газовом баллоне; $p_{атм}$ – давление воздуха, равно 1 атм.

Поддержание избыточного давления в камере обеспечивалось герметизацией фланцевого соединения с применением болтового соединения с герметизирующим материалом.

Исследование скорости коррозии осуществлялось в соответствии с методикой, утвержденной ГОСТ 9.908-85 и ГОСТ 9.506-87.

В результате экспонирования образцов в Установке в течение 408, 1848 и 2400 ч соответственно были получены следующие данные по изменению их массы при различных концентрациях сероводорода в паровоздушной среде прямогонного бензина (таблица). Погрешность составила $\pm 0,03$ г/(м²·ч). Графическое изображение изменения скорости равномерной коррозии от времени экспонирования образцов представлено на рисунке.

Анализ рисунка показал следующее:

- при концентрации сероводорода 0,02 % об. в паровоздушной среде прямогонного бензина скорость коррозии практически не изменялась и составляла примерно $0,03 \pm 0,01$ г/(м²·ч).

- при концентрациях сероводорода 0,2 и 0,5 % об. в первые 18 дней скорость коррозии не изменялась и составляла 0,18 г/(м²·ч) и 0,30 г/(м²·ч) соответственно. В период с 18 по 78 день наблюдалось увеличение скорости коррозии до значений 0,38 и 0,70 г/(м²·ч) соответственно. В дальнейшем скорость коррозии осталась постоянной.

Таблица. Масса образцов при экспонировании в Установке

Время экспонирования, ч	Номер образца	Масса образца, г, при концентрации сероводорода, % об		
		0.02	0.2	0.5
0	1	129,5783	129,9258	129,7564
	2	123,5861	123,9143	123,7543
	3	128,7565	129,1041	128,9346
408	1	122,3922	122,7205	122,5604
	2	130,8694	131,2170	131,0475
	3	128,7719	129,1194	128,9499
1848	1	129,6750	130,0225	129,8530
	2	130,9845	131,3320	131,1625
	3	121,6835	122,0117	121,8516
2400	1	129,6974	130,0450	129,8755
	2	131,0197	131,3672	131,1978
	3	121,7294	122,0576	121,8975

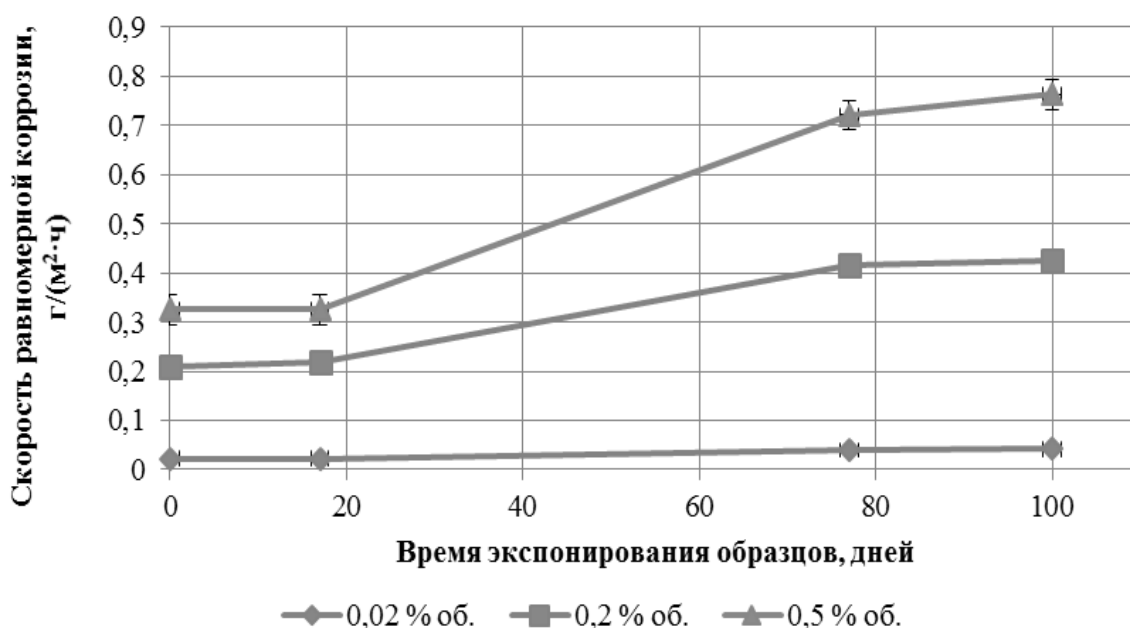


Рисунок. Изменение скорости равномерной коррозии в паровоздушной среде прямогонного бензина при различной концентрации сероводорода

Низкое значение скорости коррозии в первые 18 суток эксперимента объясняется образованием плотной макинавитовой структуры сульфида железа, препятствующей дальнейшей коррозии металла. Макинавит – модификация сульфида железа, кристаллическая решетка которой имеет тетрагональную сингонию. Макинавит имеет более плотную кристаллическую упаковку по сравнению с пиритом – дисульфидом железа. Кристаллическая решетка пирита имеет кубическую сингонию¹. После того, как макинавитовая структура разрушалась, слой продуктов коррозии становился более пористым. Из-за образующихся дисульфидов железа реакция становилась автокаталитической. На наш взгляд, объяснить это можно следующим образом. Полисульфиды железа, к которым относится и пирит, обладая полупроводниковыми свойствами, являются активными катодами. Следовательно, железо, являющееся основным компонентом Стали 3,

будет выполнять роль анода и переходить в катион Fe^{2+} , что и будет способствовать ускорению процесса сероводородной коррозии [6].

Следует отметить, что с 78-х до 100-х суток эксперимента зависимость скорости коррозии от времени снова выходила на плато. Очевидно, на поверхности стали вновь образовывалась защитная макинавитовая пленка. Обращает на себя внимание симбатный характер зависимостей скорости сероводородной коррозии от времени при концентрациях сероводорода в прямогонном бензине 0,2 и 0,5 % об.

В заключение отметим, что средняя скорость сероводородной коррозии в среде прямогонного бензина выше средней скорости коррозии в среде топочного мазута на 6 %. Зависимость скорости сероводородной коррозии от времени в среде топочного мазута при тех же концентрациях сероводорода исследовалась в работе [5].

Список литературы

1. Песикин А. Н., Сырбу С. А. Анализ пожаров на РВС от самовозгорания пирофорных отложений от хранящихся веществ // Современные пожаробезопасные материалы и

технологии сборник материалов Международной научно-практической конференции, Иваново, 11 декабря 2020 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 445-447.

2. Бояров А. Н. Механизм формирования и защита от самовозгорания пирофорных отложений в вертикальных резервуарах: дис. канд. техн. наук: 05.26.03: защищена 2010 / Бояров Антон Николаевич. Уфа, 2010. 129 с.

¹ Maskinawite. Свободная энциклопедия Википедия. <https://en.wikipedia.org/wiki/Maskinawite>.

3. Коррозионные пиррофорные отложения как промотеры самовозгорания резервуаров с сернистой нефтью / Ю. А. Бейлин, Л. А. Нисельсон, И. Р. Бегишев [и др.] // Защита металлов. 2007. Т. 43. № 3. С. 290–295.

4. Ситдикова А. В., Садретдинов И. Ф., Алябьев А. С. Поглотители сероводорода серии Аддитоп – эффективное решение снижения содержания сероводорода в топливах // Нефтегазовое дело. 2012. №2. С. 479–491. <http://www.ogbus.ru>.

5. Азовцев А. Г., Сырбу С. А., Таратанов Н. А. Определение скорости коррозии материала марки «Сталь 3» в паровоздушной среде топочного мазута М-100 // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. Вып. 2 (31). С. 43–47.

6. Защита нефтепромышленного оборудования от коррозии: Справочник рабочего / Саакиян Л. С., Ефремов А. П., Соболева И. А. [и др.]. М.: Недра. 1985. 206 с.

References

1. Pesikin A. N., Syrbu S. A. Analiz požarov na RVS ot samovozgoraniya pirofornyh otlozhenij ot hranyashchihsya veshchestv [Analysis of fires on VSTs caused by spontaneous combustion of pyrophoric deposits from stored substances]. *Sovremennye požarobezopasnye materialy i tekhnologii sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ivanovo, 11.12.2020*. Ivanovo: fire and rescue academy GPS MCHS Rossii, 2019, p. 445–447.

2. Boyarov A. N. *Mekhanizm formirovaniya i zashchita ot samovozgoraniya pirofornyh otlozhenij v vertikal'nyh rezervuarah*. Diss. kand. tekhn. nauk [The mechanism of formation and protection against spontaneous combustion of pyrophoric deposits in vertical tanks. Cand. tech. sci. diss.]. Ufa, 2010, 129 p.

3. Korrozionnye pirofornye otlozheniya kak promotery samovozgoraniya rezervuarov s sernistoj neft'yu [Corrosive pyrophoric deposits as promoters of spontaneous combustion of reservoirs with sour oil] / Yu. A. Bejlin, L. A. Nisel'son, I. R. Begishev [et al.]. *Zashchita metallov*, 2007, vol. 43, issue 3, pp. 290–295.

4. Sitdikova A. V., Sadretdinov I. F., Alyab'yev A. S. Poglotiteli serovodoroda serii Additop – effektivnoe reshenie snizheniya sodержaniya serovodoroda v toplivah [Hydrogen sulfide absorbers of the Additop series - an effective solution to reduce the hydrogen sulfide content in fuels]. *Neftegazovoe delo*, 2012, issue 2, p. 479–491, <http://www.ogbus.ru> (in Russ.).

5. Azovcev A. G., Syrbu S. A., Taratanov N. A. Opredelenie skorosti korrozii materiala marki «Stal' 3» v parovozdušnoj srede topochnogo mazuta M-100 [Determination of the corrosion rate of material of the steel 3 brand in the air-steamed environment of the M-100 heating oil], *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2019, vol. 31, issue 2, pp. 43–47.

6. *Zashchita neftepromyslovogo oborudovaniya ot korrozii: spravochnik rabochego* [Corrosion Protection of Oilfield Equipment: A Worker's Handbook]. Saakiyan L.S., Efremov A.P., Soboleva I.A. and etc. Moskow: Nedra, 1985, 206 p.

Сырбу Светлана Александровна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

доктор химических наук, профессор,

заместитель начальника академии (по развитию внебюджетной деятельности)

E-mail: syrbue@yandex.ru

Syrbu Svetlana Aleksandrovna

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

Russian Federation, Ivanovo

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: syrbue@yandex.ru

Азовцев Александр Григорьевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

преподаватель

E-mail: asovtsev121@mail.ru

Azovtsev Aleksandr Grigor'evich

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

Russian Federation, Ivanovo

lecturer

E-mail: asovtsev121@mail.ru

УДК 614.841.1

СШИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ АНТИПИРЕНОВ

С. А. СЫРБУ, А. С. ФЕДОРИНОВ, А. Х. САЛИХОВА

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

E-mail: syrbye@yandex.ru, a.fedorinov@yandex.ru, salina_77@mail.ru

Производство тканей с высокими огнезащитными свойствами является одним из важных направлений повышения безопасности людей, работающих в условиях опасности соприкосновения с огнем. Анализ ассортимента текстильных материалов для специальной одежды показал, что большинство материалов является целлюлозосодержащими. Данные материалы являются легковоспламеняемыми, поэтому при попадании искр открытого огня или раскаленных продуктов сгорания в условиях производства происходит их быстрое воспламенение. В связи с этим придание огнезащитных свойств легковоспламеняемым материалам имеет большое значение. В рамках проведенного исследования авторами разработан эффективный метод огнезащитной обработки тканей специального назначения композициями на основе Афламмит SAP за счет выбора оптимального сшивающего агента. Огнезащитные свойства предложенных композиций подтверждены данными термогравиметрического анализа.

Ключевые слова: огнезащитный состав, испытание образцов ткани, воспламенение, горючесть, высота обугливания, термогравиметрический анализ

CROSS-LINKING AGENTS FOR FIRE-PROTECTIVE COMPOSITIONS BASED ON NITROGEN-PHOSPHORIC ANTIPIRENE

S. A. SYRBU, A. S. FEDORINOV, A. H. SALIKHOVA

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

E-mail: syrbye@yandex.ru, a.fedorinov@yandex.ru, salina_77@mail.ru

The production of fabrics with high fire-resistant properties is one of the important ways to improve the safety of people working in conditions of danger of contact with fire. Analysis of the range of textile materials for special clothing has shown that most of the materials are cellulose-containing. These materials are highly flammable, so if sparks from an open fire or incandescent combustion products are caught in production or fire conditions, it leads to rapid ignition. In this regard, giving it fire-resistant properties is of great importance. In the framework of scientific work, the authors developed an effective method for fire-resistant treatment of special-purpose fabrics with compositions based on Aflamite SAP by selecting the optimal cross-linking agent. The fire-resistant properties of the proposed compositions are confirmed by thermogravimetric analysis data.

Key words: flame retardant, fabric sample testing, ignition, flammability, carbonization height, thermogravimetric analysis.

Согласно нормативным правовым актам Российской Федерации¹ и нормативным

документам о требованиях пожарной безопасности установлено, что текстильные и кожаные материалы по воспламеняемости подразделяются на легковоспламеняемые и трудновоспламеняемые. Ткань (нетканое полотно) классифицируется как легковоспламеняемая, если при испытаниях на ее огнестойкость выполняются следующие условия:

© Сырбу С. А., Федоринов А. С., Салихова А. Х., 2020

¹ Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

1) время пламенного горения любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности, составляет более 5 секунд;

2) любой из образцов, испытанных при зажигании с поверхности, прогорает до одной из его кромок;

3) хлопчатобумажная вата загорается под любым из испытываемых образцов;

4) поверхностная вспышка любого из образцов распространяется более чем на 100 миллиметров от точки зажигания с поверхности или кромки;

5) средняя длина обугливающегося участка любого из образцов, испытанных при воздействии пламени с поверхности или кромки, составляет более 150 миллиметров.

Для классификации текстильных материалов следует применять значение индекса распространения пламени (I) - условного безразмерного показателя, характеризующего способность материалов или веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. По распространению пламени материалы подразделяются на следующие группы:

1) не распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени 0;

2) медленно распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени не более 20 включительно;

3) быстро распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени более 20.

Из всего сказанного выше следует, что проблема создания новых веществ и композиций, снижающих горючесть текстильных материалов и обладающих малой токсичностью и низкой дымообразующей способностью, остается крайне актуальной, причем требования к замедлителям горения ужесточаются [1].

Широкое практическое применение для огнезащитной отделки целлюлозосодержащих тканей нашли антипирены на основе органических азотнофосфорных соединений. К таким соединениям относится тетракис(оксиметил)фосфоний хлорид (далее – ТФХ), известный под коммерческими названиями Афламмит SAP или ПРОБАН. Данная научная работа началась с обращения специалистов текстильного предприятия ОАО «Родники-текстиль» за профессиональными рекомендациями по снижению пожарной опасности огнезащитной обработки тканей по технологии ПРОБАН, предложенной одноименной фирмой в США. Процесс обработки является многостадийным, пожаровзрыво- и экологически опасным ввиду использования больших коли-

честв обрабатываемого аммиака (400 л/мин.) в качестве сшивающего агента. Исходя из вышесказанного, поиск антипиреющих составов, имеющих сшивающие агенты, альтернативные аммиаку, является весьма актуальным.

На первом этапе работы для проведения исследования использовались следующие образцы тканей, используемые при изготовлении спецодежды для работы в условиях образования раскаленных искр и открытого огня:

- Молескин С27-ЮД;
- Саржа металлизированная С4А цвет

К-25-5.

Нами была предпринята попытка нанесения азотно-фосфорного антипирена (Афламмит SAP) в одну стадию, в отличие от нескольких промышленных. В качестве одного из структурирующих агентов был предложен уротропин $C_6H_{12}N_4$, что связано с его невысокой ценой и антисептическими свойствами. В качестве других сшивающих агентов для Афламмит SAP были использованы гликазин и карбамол-2.

Гликазин и Карбамол-2 были синтезированы нами по стандартным методикам. Молекулы всех трёх соединений содержат группы $-NH-$, которые служат для образования трехмерного полимера на поверхности целлюлозы (рис. 1). Заметим, что иммобилизация Афламмит SAP на поверхность ткани происходит за счет реакции метилольных групп препарата с гидроксогруппами целлюлозы.

Предварительно был проведен эксперимент по полимеризации Афламмит SAP с уротропином. Для этого смесь из Афламмит SAP и водного раствора уротропина была нанесена на стекло и помещена в сушильный шкаф при температуре $100^{\circ}C$. Процесс поликонденсации прошел в присутствии паров уксусной кислоты. Полученная полимерная масса была нерастворима в воде.

Заметим, что для приготовления всех огнезащитных составов были взяты одинаковые массы компонентов: 600 г препарата Афламмит SAP, 1000 г H_2O , 47 г сшивающего агента, 1 г ледяной уксусной кислоты CH_3COOH . Нами были обработаны по 6 образцов молескина и саржи (3 были вырезаны по основе ткани, 3 – по утку).

Антипиреющие составы наносились на образцы ткани методом плюсования. Образцовую ткань термофиксировали. Термофиксацию образцов проводили в 2 приёма: при температуре $75^{\circ}C$ в течение 5 минут и при температуре $100^{\circ}C$. После первой фиксации образцы промывали от избытка огнезащитного состава под тёплой проточной водой и сушили при температуре $100^{\circ}C$ до высыхания образца.

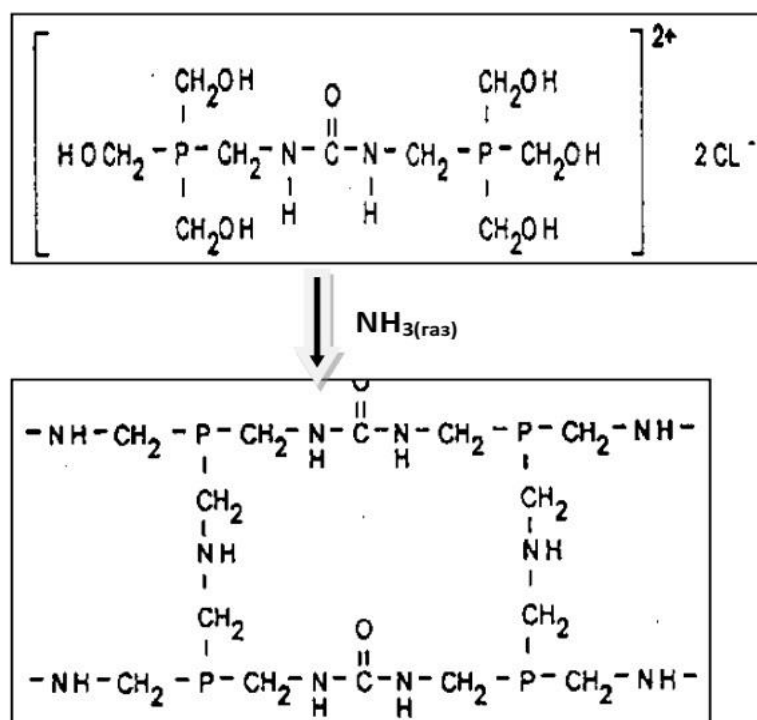


Рис. 1. Схема образования трехмерного полимера молекулами ТФХ

Процесс поликонденсации препарата Афламмит SAP с уротропином проводили в одном случае в присутствии ортофосфорной кислоты, а в другом - в присутствии уксусной кислоты. Поскольку именно в кислой среде происходит распад его молекулы на фрагменты, содержащие группы $-NH-$. Следует отметить, что при попытке термофиксации в присутствии ортофосфорной кислоты выделялись фосфорорганические соединения с резким удушливым запахом. Однако, антипирлирующий эффект состава присутствовал. Поэтому в качестве компонента, создающего необходимую кислотность среды, в дальнейшем исследовании нами была выбрана уксусная кислота.

Испытания огнезащитных свойств образцов проводились в соответствии со стандартными методиками². Проведенные испытания дали следующие результаты. Исследуемые составы обладали огнезащитным действием. Обработанные

образцы ткани после удаления из пламени не горели и не тлели.

Отметим, что высота обугливания образцов несколько отличалась при использовании уксусной кислоты в качестве катализатора процесса поликонденсации путем добавления непосредственно в раствор и в виде паров. Высота обугливания образцов составила при обработке составами:

- Афламмит SAP + уротропин + уксусная кислота в растворе: для молескина - 4,5 см, для саржи - 2,5 см;

- Афламмит SAP + уротропин + пары уксусной кислоты: для молескина - 3 см, для саржи - 4 см.

- Афламмит SAP+ Карбомол-2: для молескина - 8,5 см для саржи - 10 см;

- Афламмит SAP+ гликазин: для молескина - 8 см, для саржи - 9 см.

При испытании составов с гликазином и Карбомолом-2 выделение формальдегида при термофиксации шло в больших количествах, чем в случае состава с уротропином.

В заключительной части исследований был оценен коэффициент задержки теплового потока. Эксперимент проводился на «Измерителе плотности теплового потока ИПП-2».

Результаты экспериментов по исследованию коэффициента задержки теплового потока приведены в табл. 1.

² ГОСТ 11209-2014. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний (утв. Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. № 72-П)). <http://docs.cntd.ru/document/1200117511> (дата обращения 06.08.2020).

Таблица 1. Значения коэффициента задержки теплового потока

Наименование материала	Антипиррующий состав	n (%)
Молескин С27-ЮД	Без обработки	80,8
	Афламит SAP +уротропин	85,5
	Афламит SAP +Карбамол-2	85,8
	Афламит SAP +гликазин	85,3
Саржа металлизированная С4А цвет К25-5	Без обработки	82,9
	Афламит SAP +уротропин	86,0
	Афламит SAP +Карбамол-2	84,7
	Афламит SAP +гликазин	85,5

Анализ данных табл. 1 показывает, что нанесенные огнезащитные составы незначительно увеличивают значения коэффициента задержки теплового потока образцами обеих тканей: молескина – в среднем на 5,5%, саржи – в среднем на 2–3%. Но в то же время в ходе эксперимента установлена неустойчивость обработанных образцов ткани к мокрой обработке, исследованной по стандартной методике³. Поэтому было принято решение продолжить исследование по поиску сшивающих агентов.

На втором этапе работы нами предложен способ образования полимерного покрытия на ткани с помощью 1,4-дибромбутана. В процессе поликонденсации ТФХ с 1,4-дибромбутаном образование трехмерного полимера на поверхности целлюлозы происходит за счет образования простых эфирных связей, а не связей N–H, как в случае рассмотренных выше сшивающих агентов. На данном этапе в качестве образца целлюлозосодержащего материала нами использовался авизент С21-ЮД. Перед нанесением огнезащитных композиций образцы тканей в течение 72 часов выдерживали в воде, меняя ее через каждые 24 часа. Высушивали. Обработывали горячим паром.

Были приготовлены 3 рабочих состава:

- Состав №1 - 600 г препарата Афламит SAP, 1000 г H₂O, 9,22 масс.-%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане.

- Состав №2 - 600г препарата Афламит SAP, 1000 г H₂O, 9,22 масс.-%-ный раствор

1,4-дибромбутана в тетрахлорметане, содержащий 1 масс. % SiO₂ «Ковелос»⁴.

- Состав №3 – 600 г препарата Афламит SAP, 1000 г H₂O, 9,22 масс.-%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане, содержащий 3,5 масс. % SiO₂ «Ковелос».

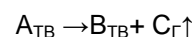
Антипиррующий состав на основе водного раствора ТФХ наносился на образцы авизента С21-ЮД методом плюсования. Для приготовления раствора брали 600 граммов ТФХ и 1000 граммов H₂O. Нанесенные составы подвергали термофиксации при температуре 150⁰С в течение 15 минут. Далее шпателем на образцы тканей наносили 9,22 %-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане с добавлением 1 и 3,5 масс. % SiO₂ (диоксид кремния добавлялся в раствор для улучшения теплоотражающих свойств исследуемого материала) соответственно и сушили на воздухе [2].

Обработанные текстильные материалы испытывались согласно методикам, описанным в выше приведенной нормативно-технической литературе.

Для определения термостойкости, величины эффективной энергии активации процесса термического разложения можно использовать данные динамической термогравиметрии. В ряде методик для определения кинетических параметров предлагается брать несколько ТГ–кривых снятых при разных скоростях нагрева, что в несколько раз увеличивает время проведения эксперимента. Поэтому наибольший интерес представляют методы, основанные на обработке одной ТГ–кривой.

При обработке результатов дифференциально-термического анализа (ДТА) делают следующие допущения [3]:

1) химическую реакцию разложения схематически изображают



³ ГОСТ12.4.049-78. Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды. Метод определения устойчивости к мокрой обработке (утв. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 11.05.78 № 1258). <http://docs.cntd.ru/document/1200012618> (дата обращения 06.08.2020).

⁴ Диоксид кремния в виде коммерческого препарата «Ковелос».

2) расчеты кинетических параметров по ТГ-кривой основаны на формальном кинетическом уравнении:

$$-\frac{dW}{dt} = kW^n, \quad (1)$$

где W – масса образца, вступившая в реакцию; k – константа скорости реакции; n – порядок реакции; t – время;

это уравнение очень хорошо описывает кинетику термического разложения твердых веществ;

3) зависимость константы скорости реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса.

Тогда из (1) получают дифференциальное уравнение:

$$-\frac{dW}{dt} = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) W^n, \quad (2)$$

где A – предэкспоненциальный множитель; R – универсальная газовая постоянная; T – температура

Часто уравнение (2) преобразуют в:

$$-\frac{dW}{dT} = A_T \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) W^n, \quad (3)$$

где $A_T = A/\beta$; β – скорость нагрева образца.

Из (3) получают интегральную форму:

$$\int \frac{dW}{W^n} = -A_T \cdot \int \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) dT. \quad (4)$$

Так как аналитически невозможно решить правую часть уравнения (4), то на практике применяют различные приближенные методы. Как следствие, в настоящее время существует большое количество методик для идентификации коэффициентов в уравнении (3).

Для обработки результатов термического анализа полимерных материалов наиболее часто используют следующие методы [5]:

– Фримена и Кэррола

$$\Delta \ln(R_T) = n \cdot \Delta \ln(W) - \frac{E}{R} \Delta \frac{1}{T}, \quad (5)$$

где $R_T = dW/dT$ – скорость потери массы образца;

– Райха и Фуосса

$$\ln(R_T) = \ln(A_T) + \frac{E}{R} \left[\left(\frac{W_m}{R_m \cdot T_m} \right) \ln(W) - \frac{1}{T} \right], \quad (6)$$

где W_m , R_m , T_m – параметры (масса, скорость потери массы, температура) соответствующие точке перегиба на ТГ-кривой и кажущийся порядок реакции

$$n = \frac{E}{R} \left(\frac{W_m}{R_m \cdot T_m} \right); \quad (7)$$

– Вахуски и Воборила

$$\frac{\left(\frac{d^2a}{dt^2}\right)T^2}{\left(\frac{da}{dt}\right)\left(\frac{dT}{dt}\right)} = \frac{E}{R} - n \frac{\left(\frac{da}{dt}\right)T^2}{(1-a)\left(\frac{dT}{dt}\right)}, \quad (8)$$

где a – степень превращения;

– Коутса и Редферна

$$\ln \left[\frac{1-(1-a)^{1-n}}{T^2 \cdot (1-n)} \right] = \ln \frac{AR}{\beta E} \left(1 - \frac{2RT}{E} \right) - \frac{E}{RT}, \quad (9)$$

или для n = 1

$$\ln \left[\frac{-\ln(1-a)}{T^2} \right] = \ln \frac{AR}{\beta E} \left(1 - \frac{2RT}{E} \right) - \frac{E}{RT}. \quad (10)$$

При использовании любого из методов в результате расчета получают значения эффективной энергии активации, предэкспоненты, порядка реакции.

Кривые ТГ были получены на дифференциальном сканирующем калориметре Q 500 фирмы INТЕС. Измерения проводились в режиме нагревания в диапазоне температур от 0 °С до 700 °С. Обработка кривых проведена методом модуляционных стандартов. Результаты показаны на рис. 2–5 и в табл. 2.

Термогравиметрический анализ проводился при следующих условиях:

1. Среда-воздух.
2. Скорость нагрева 3 °С/мин.
3. Масса исследуемого образца 6–9 мгр.

Для обработки данных термогравиметрического анализа (ТГА) применялось программное обеспечение с использованием элементов статистической обработки данных и расчета характеристик ТГА.

По кривым ТГА фиксировались максимально возможные характеристики:

1. Потеря массы в % при фиксированных значениях температуры (50,100,150... 450 °С);
2. Температуры (°С) потери 5, 10, 20, 50 % массы;
3. Коксовый остаток, (%) при температуре окончания процесса деструкции;
4. Изменения угла наклона ТГ кривой (Т °С, А %/мин);
5. Время выхода на максимальную скорость, с;
6. Температуры начала разложения (°С).

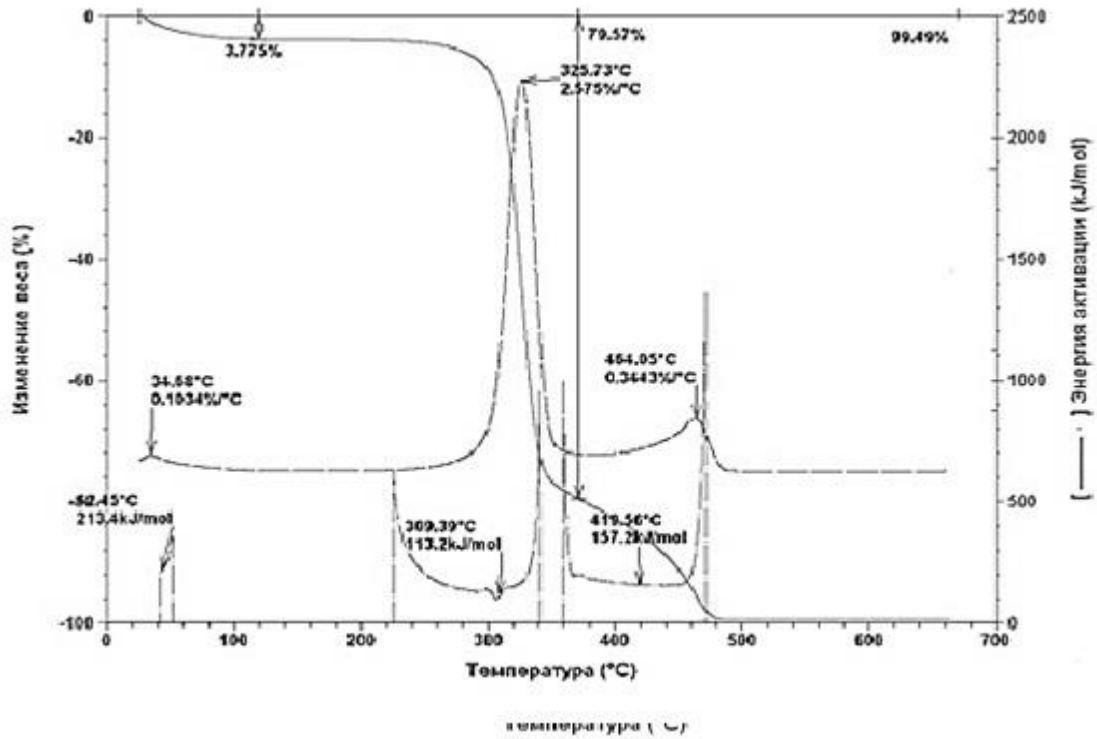


Рис. 2. Термограмма для материала без нанесения антипирена

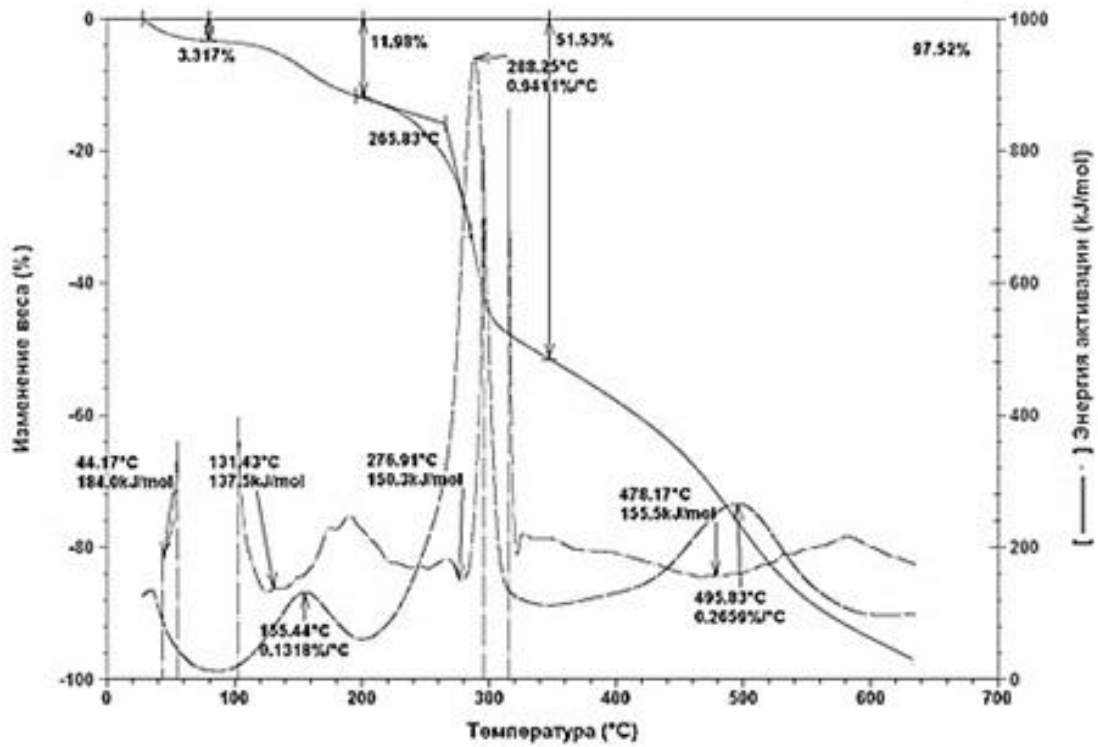


Рис. 3. Термограмма для материала, обработанного составом №1

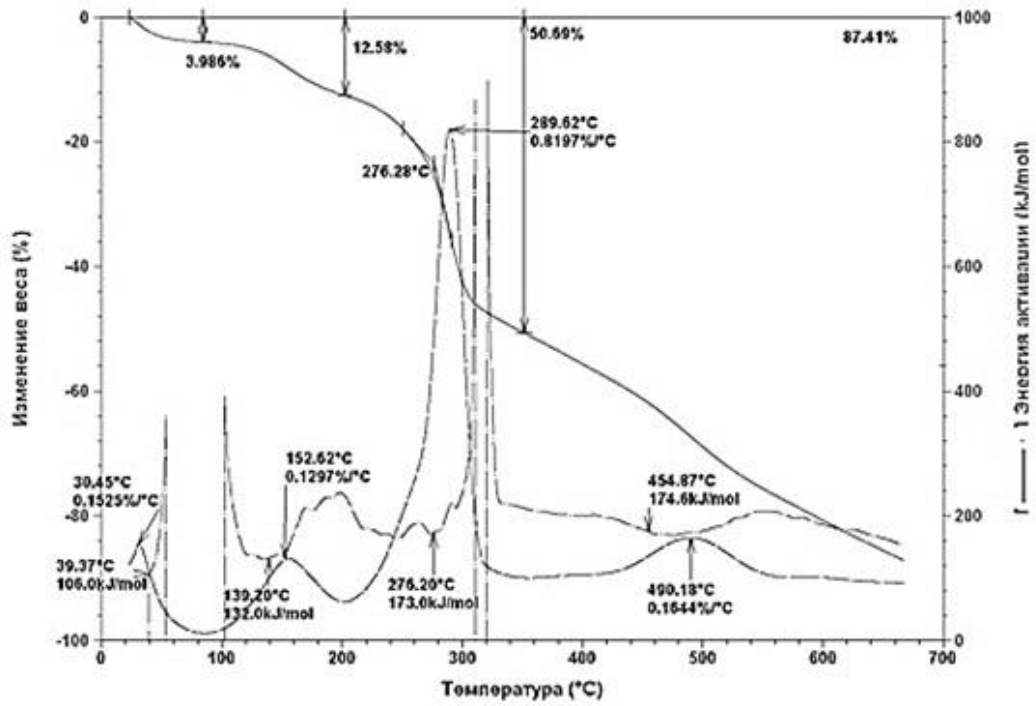


Рис. 4. Термограмма для материала, обработанного составом №2

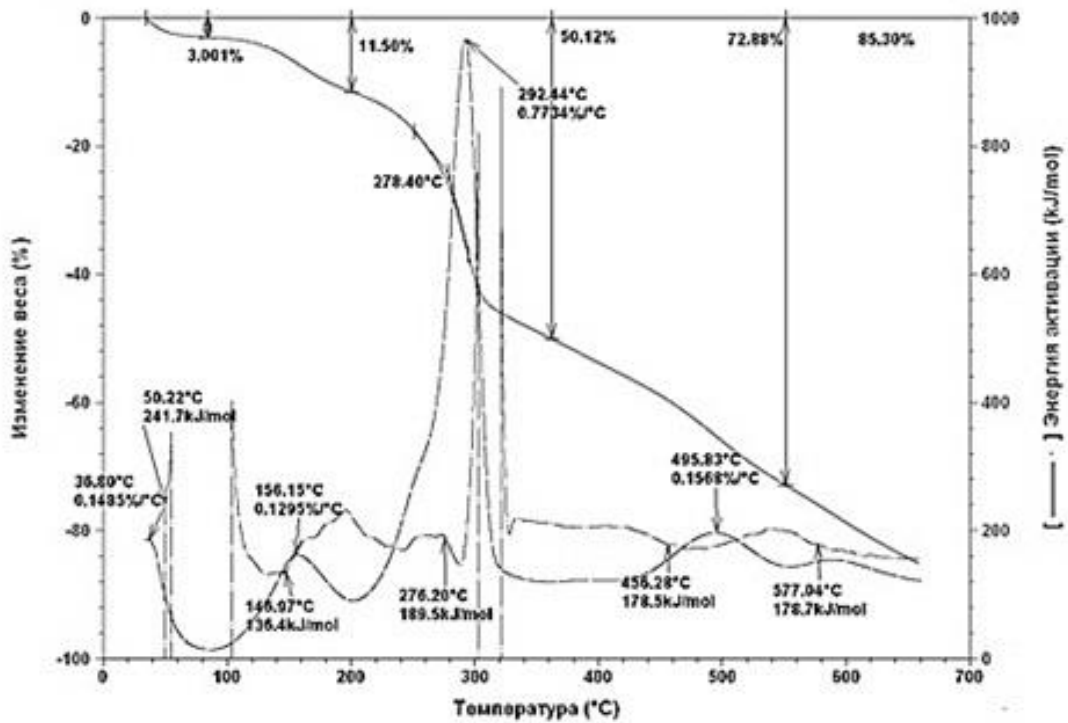


Рис. 5. Термограмма для материала, обработанного составом №3

Таблица 2. Данные дифференциального термического анализа

Параметр	База	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Усредненная температура начала термического разложения (°С)	309,39	265,83	276,28	292,44
Минимальная энергия активации (кДж/моль)	113,2	137,5	132,0	136,4
Температура при которой происходит максимальная скорость деструкции (°С) / Время (мин).	325,73/ 101,6	288,25/ 89,3	289,62/ 89,6	292,44/ 90,6
коксовый остаток, (%)	4,31	2,48	2,59	4,7
точки максимумов ДТГ кривой (Т °С, А %/мин)				
1 стадия	325,73/ 257,5	155,44/ 13,2	152,62/ 13	156,15/ 13
2 стадия	464,05/ 34,4	288,25/ 94,1	289,62/ 82	292,44/ 77,3
3 стадия	-	495,83/ 26,6	490,18/ 16,4	495,83/ 15,7

На основе данных термического анализа была построена зависимость потери массы исследуемых образцов от температуры (рис. 6). Анализ рис. 6 показывает увеличение температуры начала термоокисления у обработанных замедлителями горения тканых ма-

териалов. Если необработанные образцы ткани теряют 80% массы при температуре 350 °С, то у обработанных образцов при указанной температуре теряется только 50% массы, а при температуре 500 °С – 65–70 % массы.

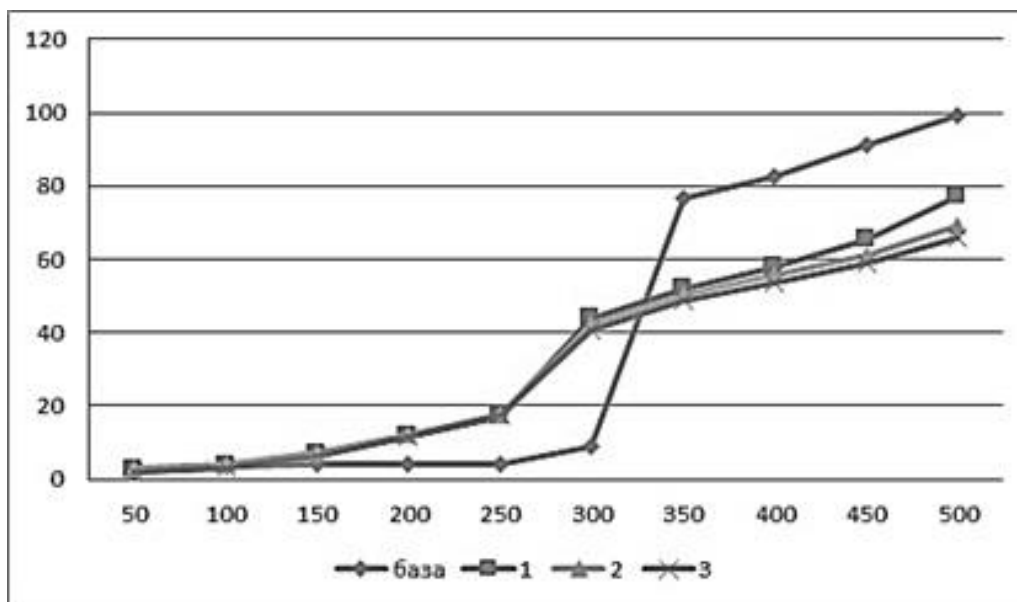


Рис. 6 График зависимости потери массы исследуемых образцов от температуры

По кривой потери массы можно довольно точно определить температурные интервалы происходящих процессов. Так деструкция тканого материала протекает в атмосфере воздуха в трех температурных диапазонах:

1-й диапазон 30–200 °С потеря сорбционной влаги, которая составляет 4–7 % масс. В зависимости от плотности ткани и структуры волокон.

Следует отметить, что процентное содержание воды существенно отличается для исследуемых образцов, для необработанного материала содержание воды составляет 2,6% от общей массы образца, для модифицированного – 10%.

2-й диапазон 200–350 °С – термоокислительная деструкция макромолекул целлюлозы (с потерей < 60 % массы) с максимумом скорости потери массы при 320–340 °С.

3-й диапазон 400–500 °С – термоокисление (образование карбонизованного остатка, величина которого для ткани зависит в основном от нанесенных на поверхность органических и неорганических примесей).

После выделения влаги характерно резкое увеличение потери массы, связанное с началом термодеструкции в диапазоне температур от 300–350 °С для материалов на основе целлюлозы, не обработанными замедлителями горения.

Термодеструкция тканых материалов обработанных замедлителями горения сопровождается двумя пиками ДТА (рис. 2–5) максимумами ДТГ – скоростей потери массы при 490–495 °С. Процессы протекают с выделением горючих газов, при этом максимумы скорости потери массы близки или совпадают с максимумами тепловыделения и выделения горючих газов, что свидетельствует о термоокислении материала.

Анализ полученных данных (табл. 2, рис. 2–5) показал, что для огнезащитных материалов характерна сглаженность пиков ДТГ кривых термодеструкции. Что связано с более плавной потерей массы – малый пик наблюдается в области 290 °С, при этом скорости окисления по сравнению с незащищенными целлюлозными тканями выше, но сам процесс термоокисления сдвигается в область более высоких температур. А после температуры 300 °С скорость термического разложения необработанного материала резко возрастает, и в интервале 300–350 °С происходит полное термическое разложение тканого материала, не обработанного антипиреном.

Данные анализа показывают, что с обработкой ткани огнезащитными составами

приводит к уменьшению количества образующегося кокса в случае состава, содержащего 1 масс. % Ковелоса.

Как видно из представленных экспериментальных данных (табл. 2), в случае использования исследуемых составов повышаются величины минимальной энергии активации процесса термоокислительной деструкции. Что свидетельствует о затруднении протекания указанного процесса и, соответственно, о снижении воспламеняемости тканого материала. Это подтверждено возможностью получения трудновоспламеняющихся материалов при обработке указанными составами.

Следует отметить, что обработка авианосца предлагаемыми составами не приводила к снижению физико-механических и декоративных свойств материала.

Данные дифференциального термического анализа были подтверждены испытаниями: на 4 секунде происходило обугливание образцов обработанных ТФХ в месте касания пламени и ткани (открытое горение не наблюдалось); на 15 секунде открытого горения не наблюдалось. Высота обугливания после воздействия пламени в течение 15 секунд составила 4,5 см. Ткань классифицировалась как трудновоспламеняемая.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее эффективную теплозащиту для всех исследуемых тканей, обеспечивает композиция, содержащая 1 масс. % «Ковелоса». Испытания на устойчивость обработанных образцов тканей к мокрой обработке показали, что после мокрой обработки огнезащитные свойства сохраняются.

Таким образом, авторами был получен огнезащитный состав, удовлетворяющий всем требованиям, предъявляемым к аналогичным составам, и содержащий: 600 г препарата Афламмит SAP, 1000 г H₂O, 9,22 масс. %-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлометане, содержащий 1 масс. % SiO₂ «Ковелос». Предложенная композиция позволяет предотвращать воспламенение целлюлозосодержащего материала, ослабляет плотность теплового потока при прохождении его через материал, выдерживает воздействие влаги [6].

Список литературы

1. Болодьян Г. И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. Москва, 2003. 177 с.
2. Уэндландт У. Термические методы анализа. – М.: Мир, 1978. 528 с.

3. Сырбу С. А., Салихова А. Х., Федоринов А. С. Разработка огнезащитных составов на основе Афламмит SAP для текстильных материалов // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (57). 2014. <http://academygps.ru/ttb>.

4. Баркова Л. В., Геворкян Э. Т. Определение аррениусовской энергии активации в различных условиях проведения

эксперимента // Материалы XXIII Всероссийской конференции по термическому анализу. 2003. Самара, С. 11–14.

5. Шестак Я. Теория термического анализа. М.: Мир, 1987. 456 с.

6. Патент на изобретение RU 2605187 С2 Огнезащитный состав для тканей Специального назначения типа молескин на основе Афламита-SAP и диоксида кремния / С. А. Сырбу, А. Х. Салихова, А. С. Федоринов; опубл. 20.12.2016.

References

1. Bolodian G. I. *Kompleksniy podhod k sozdaniyu pozharobezopasnykh tekstilnykh materialov i izdeliy*: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.03 [An integrated approach to the creation of fireproof textile materials and products: dis. ... kand. tekhn. nauk. 05.26.03]: Moscow, 2003, 177 p.

2. Uendlandt U. *Termicheskie metody analiza* [Thermal analysis methods]. M.: Mir, 1978. 528 p.

3. Syrbu S. A., Salihova A. H., Fedorinov A. S. *Razrabotka ognezashchitnykh sostavov na osnove Aflammit SAP dlya tekstil'nykh materialov* [Development of flame retardants on the basis of Aflamit SAP for textile materials] // *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti*. vip. 5 (57). 2014. <http://academygps.ru/ttb>.

4. Barkova L. B., Gevorkyan E. T. *Opreделение arrheniusovskoy energii aktivatsii v razlichnykh usloviyakh provedeniya eksperimenta* [Determination of Arrhenius activation energy in various experimental conditions] // *Materialy XXIII Vserossiyskoy konferentsii po termicheskomu analizu*. 2003. Samara, pp. 11–14.

5. Shestak Ya. *Teoriya termicheskogo analiza* [Theory of thermal analysis]. M.: Mir, 1987. 456 p.

6. Patent na izobretenie RU 2605187 C2 *Ognezashchitnyy`j sostav dlya tkanej Special'nogo naznacheniya tipa moleskin na osnove Aflammita-SAP i dioksida kremniya* [Fire-retardant composition for Special purpose fabrics of the moleskin type based on Aflamite-SAP and silicon dioxide] / Syrbu S.A., Salikhova A.Kh., Fedorinov A.S.; opubl. 20.12.2016.

Сырбу Светлана Александровна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор химических наук, профессор
E-mail: syrbue@yandex.ru

Syrbu Svetlana Alexandrovna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovodoctor of chemistry sciences, professor
E-mail: syrbue@yandex.ru

Федоринов Александр Сергеевич

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

Fedorinov Aleksandr Sergeevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, IvanovoE-mail: a.fedorinov@yandex.ru

Салихова Аниса Хамидовна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, доцент
E-mail: salina_77@mail.ru

Salikhova Anisa Khamidovna

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovocandidate of technical sciences, associate professor
E-mail: salina_77@mail.ru

УДК 614.841.34

ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСЕДНИХ ЗДАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ СЕНСОРОВ «УМНОГО ДОМА»

С. В. ФЕДОСОВ^{1,2}, Н. И. ВАТИН³, А. А. ЛАЗАРЕВ⁴, М. В. ТОРОПОВА⁵, В. Г. МАЛИЧЕНКО⁵

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
Российская Федерация, г. Москва

²ФГБУО ВО Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, г. Йошкар-Ола

³ФГБУО ВО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

⁴ФГБУО ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново

⁵ФГБУО ВО Ивановский государственный политехнический университет,
Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: mvg84@bk.ru

Анализ литературы указывает на значительное количество решений по обеспечению пожарной безопасности жилых домов. Основное количество этих решений связано с обеспечением пожарной безопасности внутри помещения. При этом практически отсутствуют исследования новых свойств строительных изделий для обнаружения пожара вне помещения. Основная цель исследования состоит в создании строительного изделия для улавливания инфракрасного излучения от рядом расположенных объектов. При этом необходим учет проблемы использования пожарного извещателя вне блока. В результате воздействия окружающей среды могут возникнуть неисправности, а также срабатывание в результате нагрева солнечными лучами. Для подтверждения свойств смещенного с пожарным извещателем бетонного блока (нового изделия) проводятся испытания при воздействии инфракрасным излучением. Полученные результаты говорят о срабатывании пожарного извещателя при воздействии инфракрасного излучения под нулевым углом к основной оси линзы. Исключение вероятности ложного срабатывания пожарного извещателя достигается за счет падения солнечных лучей на линзу под некоторым углом к основной оси. Они собираются в одной точке на побочном фокусе. Указанные характеристики важны для качественной работы «умного дома» по обнаружению пожаров вне помещений.

Ключевые слова: «умный дом», сенсоры, сеть, пожарный извещатель, пожарная безопасность.

FIRE CONTROL OF NEIGHBORING BUILDINGS WITH SMART HOME SENSORS

S. V. FEDOSOV^{1,2}, N. I. VATIN³, A. A. LAZAREV⁴, M. V. TOROPOVA⁵, V. G. MALICHENKO⁵

¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
Russian Federation, Moscow

²Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Volga State University of Technology»,
Russian Federation, Yoshkar-Ola

³Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
Russian Federation, St. Petersburg,

⁴Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo

⁵Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Polytechnical University»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: gosnadzor37@gmail.com

Analysis of the literature indicates a significant number of solutions to ensure fire safety of residential buildings. The main number of these solutions is related to ensuring fire safety inside the premises. At the same time, there are practically no studies of new properties of building products for detecting fire outside the premises. The main goal of the research is to create a construction product for capturing infrared radiation from nearby objects. However, the problem of using a fire detector outside the unit must be taken into account. As a result of environmental exposure, malfunctions may occur, as well as triggering as a result of solar heating. To confirm the properties of a concrete block combined with a fire detector (a new product), tests are performed when exposed to infrared radiation. The results obtained indicate that the fire detector is triggered when exposed to infrared radiation at a zero angle to the main axis of the lens. The elimination of the probability of a false fire detector operation is achieved by the sun's rays falling on the lens at a certain angle to the main axis. They are collected at a single point on the side focus. These characteristics are important for the quality of the smart home's work in detecting fires outside the premises.

Key words: smart house, sensors, networking, fire detector, fire safety.

Введение

Большое количество научных исследований и инженерных разработок посвящено решению проблем в области создания «умного дома». В основном, предлагаемые решения связаны с экономией электрической энергии, контролем температуры, обеспечением безопасности, функционированием телевидения, а также управлением любыми другими устройствами. Существуют некоторые виды устанавливаемой в зданиях проводной системы. Например, прокладываемые в стенах провода в виде витой пары или оптоволоконка. Организация сети также осуществляется с помощью сети интернет, связь wi-fi и bluetooth [1–21].

Однако отсутствуют решения противопожарного контроля соседних зданий. Данная проблема может быть решена на основе сенсоров «умного дома». Авторами рассмотрена модель для бытовых условий. Она может быть использована при строительстве малоэтажных зданий для обнаружения открытого горения расположенных рядом зданий при появлении инфракрасного излучения.

Известные строительные изделия [22–24] не предназначены для установки собирающей линзы и пожарного извещателя. При строительстве необходимо специально вырезать пространство для прокладки электрических сетей, установки пожарных извещателей и собирающих линз. Данные действия предусматривают дополнительные затраты сил и времени при выполнении технологических операций.

Объектом исследования является термочувствительный элемент совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока.

Предметом исследования было установление динамики изменения температуры термочувствительного элемента совмещенного с пожарным извещателем бетонно-

го блока при воздействии инфракрасного излучения.

Задачи исследования

1. Создать стенд для измерения температуры некоторых элементов внутри бетонного блока.

2. Подобрать линзу с определённой оптической силой для фокусирования инфракрасных лучей на определенной поверхности внутри бетонного блока.

3. Установить закономерность изменения температуры термочувствительного элемента совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока во времени при воздействии инфракрасного излучения.

4. Разработать модель для расширения функциональных возможностей бетонного блока за счет способности обнаруживать инфракрасное излучение пожара и исключать срабатывание в результате воздействия солнечного излучения. При этом должно быть понижено агрессивное воздействие окружающей среды на пожарный извещатель.

Методы исследования

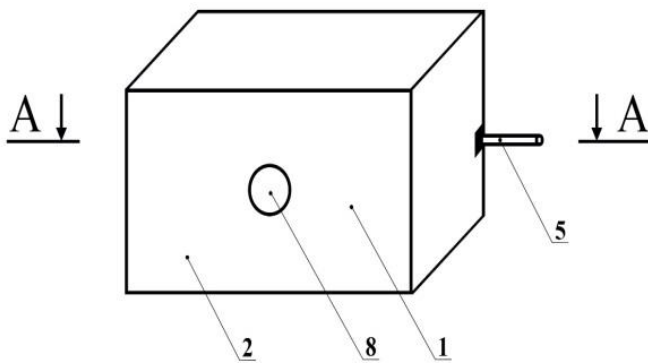
Для создания опытного образца (рис. 1, 2) был смоделирован совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок (1). Он содержит: переднюю сторону (2), заднюю сторону (стенку) (3), монтажный короб (4), монтажный короб (4), электрический кабель (5), цилиндрический канал (6), пожарный извещатель (7), собирающую линзу (8), скобу (9). Фокус этой линзы находится в рабочей зоне пожарного извещателя (7).

Совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок (1) закрепляется на стене защищаемого объекта по направлению к потенциально угрожающему пожаром объекту (зданию или сооружению) под углом ($\alpha = 0^\circ$) к основной оси собирающей линзы (8) и цилиндри-

ческого канала (6). Ориентация по отношению к инфракрасному излучению иных источников должно быть не под углом ($\alpha = 0^\circ$) к основной оси собирающей линзы (8).

В бетонном блоке (1) расположен цилиндрический канал (6). Этот канал в одном варианте покрывается светопоглощающей краской. В другом варианте канал выполняется в виде продольного плиссе. В начале цилиндрического канала (6) приклеена собирающая линза (8), с противоположной стороны – монолитно вмонтирован монтажный короб (4). На нем приклеен пожарный извещатель (7). Этот извещатель имеет трапецевидное сечение и

контактирующий с монтажным коробом (4). Пожарный извещатель (7) соединен свинчиванием с электрическим кабелем (5). Этот кабель выходит из монтажного короба (4) совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока (1) наружу. Электрический кабель (5) проложен в монтажном коробе (4) и прикреплен к нему скобой (9). Электрический кабель (5) в монтажном коробе (4) направлен в одну из сторон бетонного блока. Вывод сигнала о срабатывании пожарного извещателя осуществляется по электрическому кабелю (5) на прибор приемно-контрольный.



а)



б)

Рис. 1. Совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок:
а) общий вид, б) фотография опытного образца

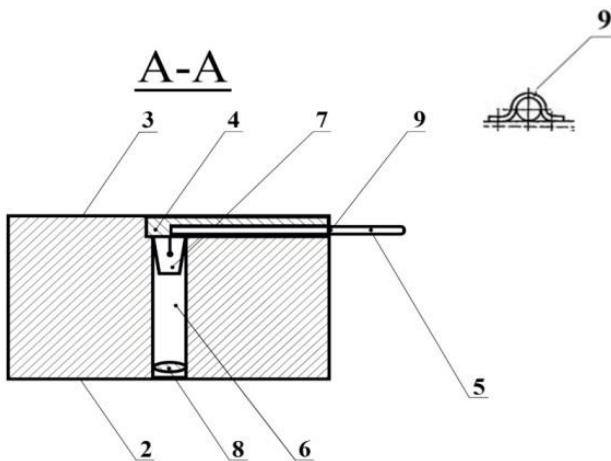


Рис. 2. Горизонтальный разрез совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока

На находящийся в дежурном режиме совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок в процессе эксплуатации падают

солнечные лучи. Ориентация совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока в сторону потенциально угрожающего пожаром объекта (здания или сооружения) осуществляется под углом 0° к основной оси собирающей линзы (8) ($\alpha \neq 0^\circ$), т.е. при зенитном угле не равном 90° . В этом случае солнечные лучи попадают на собирающую линзу (8) под некоторым углом к основной оси. Они собираются в одной точке (на побочном фокусе F'). При этом побочный фокус будет располагаться на светопоглощающей стенке цилиндрического канала (6). Это позволяет цилиндрическому каналу (6) иметь высокую поглощательную способность. При зенитном угле солнечных лучей равном 90° ($\alpha = 0^\circ$) потенциально угрожающий пожаром объект (здание или сооружение) будет заслонять собой солнечные лучи. Данное обстоятельство в итоге приведет к падению лучей на линзу под некоторым углом. Они не будут попадать в рабочую зону F пожарного извещателя (7) и он из-за этого не работает.

Техническим результатом предложенной модели является расширение функциональных возможностей бетонного блока за счет способности обнаруживать инфракрасное излучение пожара и исключать срабатывание в результате воздействия солнечного излучения. При этом понижается агрессивное воздействие окружающей среды на пожарный извещатель.

Наиболее быстрое срабатывание совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока произойдет при его установке на удалении менее 2 м от потенциально угрожающего пожаром объекта. При этом были учтены экспериментально установленные и описанные Ю.А. Кошмаровым и М.П. Башкирцевым критические плотности теплового потока для некоторых горючих материалов [25]. Здесь же приведены данные о средней температуре поверхности факела пламени при горении древесины – 1300 К, температуре самовоспламенения древесины (сосна) 679 К [25]. С учетом изложенного критическое значение плотности теплового потока для древесины (сосна с влажностью 12% с шероховатой поверхностью) 20600 Вт/м² в течение 3 минут или 17500 Вт/м² в течение 5 минут (или для древесины с окрашенной масляной краской строганой поверхностью 26700 Вт/м² в течение 3 минут или 23300 Вт/м² в течение 5 минут) приведет к переходу пожара с одного объекта на другой [25]. Предупредить о возможности такого перехода поможет совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок. Температура срабатывания этого пожарного извещателя может варьироваться от 54°С до 160°С.

Исключение вероятности ложного срабатывания пожарного извещателя достигается за счет падения солнечных лучей на линзу под некоторым углом к основной оси. Они собираются в одной точке (на побочном фокусе). Данный фокус расположен на поглощающей свет стенке цилиндрического канала. При этом благодаря высокой поглощательной способности цилиндрического канала падающие на линзу под некоторым углом лучи не будут попадать в рабочую зону пожарного извещателя. Размещение пожарного извещателя внутри бетонного блока сокращает агрессивное воздействие на него окружающей среды. Использование пожарного извещателя вне блока в результате воздействия окружающей среды может привести к возникновению неисправностей, а также срабатыванию в результате нагрева солнечными лучами.

Апробация опытного образца предложенного изделия была проведена на стенде на расстоянии 30 см от излучателя до линзы в течение 10 мин. Оптическая сила линзы 20 Диоптрий. Мощность инфракрасного излучателя была 2 кВт. Угол излучения к основной оси линзы в первом случае был равен 0°, а во втором – 40°. Измерение температуры термочувствительного элемента осуществлялось пирометром с тыльной стороны бетонного блока через технологическое отверстие.

Результаты исследования и их обсуждение

Совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок закрепляется на стене защищаемого объекта по направлению к потенциально угрожающему пожаром объекту (зданию или сооружению) под углом (α) 0° к основной оси собирающей линзы и цилиндрического канала. Ориентация по отношению к инфракрасному излучению иных источников должно быть не под углом (α) 0° к основной оси собирающей линзы.

Рассмотрим предлагаемое устройство в динамике. Собирающая линза направляется в сторону потенциально угрожающего пожаром объекта (здания или сооружения) под углом 0° к основной оси собирающей линзы. Данная линза расположена на передней стороне совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока.

При возникновении пожара на потенциально пожаром угрожающем объекте происходит инфракрасное излучение. Это излучение фокусируется собирающей линзой в рабочей зоне пожарного извещателя. Инфракрасное излучение проходит параллельно основной оси собирающей линзы, не попадает на боковую поверхность цилиндрического канала, фокусируется в рабочей зоне F пожарного извещателя. При достижении порога срабатывания пожарного извещателя в результате воздействия инфракрасного излучения сигнал об этом выходит к приемно-контрольному прибору по электрическому кабелю.

При этом в случае воздействия инфракрасного излучения от иных источников не под углом 0° ($\alpha \neq 0^\circ$) к основной оси собирающей линзы процесс будет происходить по-другому. В этом случае собирающая линза будет направлять соответствующие лучи на внутреннюю поверхность цилиндрического канала бетонного блока. Эта поверхность поглощает свет. Данное обстоятельство позволит избежать ложного срабатывания пожарного извещателя.

Результаты измерения температуры термочувствительного элемента изделия в течение 10 минут при воздействии инфракрасного излучателя мощностью 2 кВт под разными углами представлены в табл. 1 и 2.

Полученный результат указывает на более быстрый нагрев термочувствительного элемента черного цвета по сравнению с нагре-

вом металлической поверхности. Температура термочувствительного элемента черного цвета после 6 минуты достигла значений срабатывания определенных видов тепловых пожарных извещателей. Эти значения были достигнуты даже при достаточно невысокой мощности излучения.

Таблица 1. Температура термочувствительного элемента [°C] в зависимости от времени воздействия излучения [мин] под углом 0°

Вид термочувствительного элемента	Температура термочувствительного элемента [°C]									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность черного цвета	42,8	44,5	49,6	50,5	52,0	55,7	54,7	54,7	55,5	57,8
Металлическая поверхность	28,7	29,2	30,2	31,3	32,1	33,1	34,0	35,2	36,5	37,7

Таблица 2. Температура термочувствительного элемента [°C] в зависимости от времени воздействия излучения [мин] под углом 40°

Вид термочувствительного элемента	Температура термочувствительного элемента, °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность черного цвета	37,1	39,8	41,7	42,7	43,5	43,5	44,2	45,5	44,8	45,5
Металлическая поверхность	28,7	29,3	30,2	30,3	31,1	33,4	34,1	35,5	36,4	37,3

Сопоставление результатов данных табл. 1 и 2 говорит о наличии нагрева термочувствительного элемента в обоих случаях. При этом нагрев при излучении под углом 40° значительно меньше по сравнению с нагревом при излучении под углом 0°. В таблице 2 описан нагрев за счет теплопередачи через стенку изделия и за счет абберации линзы. Этот нагрев не приведет к срабатыванию пожарного извещателя. Производился также замер температуры термочувствительного элемента при воздействии на изделие солнечных лучей в течение светового дня. Температура варьировалась от 36,5 до 44,3 °C.

Отличие конструкции предложенного изделия от других изделий для контроля, например, kazarian a., teslyuk v. [2], castro w.o. [6], заключается в повышении его надежности. Использование проводной связи и линзы понижает вероятность воздействия на изделие внешних факторов. Но это не исключает возможность передачи сигнала о срабатывании изделия на smartphone devices.

Hsu w.-l., jhuang j.-y., huang c.-s., liang c.-k., shiau y.-c. предложили использовать интернет вещей для противопожарной защиты кухни [5]. В устройстве [26] совмещен дымовой пожарный извещатель с элементом интерьера. Это устройство также предназначено для помещений. Предлагаемое изделие [27] отлича-

ется назначением для противопожарного контроля вне помещения. Исследование эксплуатационных свойств предлагаемого изделия и особенностей его поведения в условиях воздействия повышенных температур продолжается.

Заключение

В работе по созданию строительного изделия для улавливания инфракрасного излучения от рядом расположенных объектов и исключения срабатывания в результате воздействия солнечных лучей был проведен ряд экспериментов при различных условиях инфракрасного излучения. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Мощности инфракрасного излучения до 2 кВт достаточно для испытания термочувствительного элемента совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока в составе соответствующего стенда.

2. При уменьшении расстояния от совмещенного с пожарным извещателем бетонного блока до потенциально угрожающего пожаром объекта необходимо увеличение оптической силы тонкой линзы для фокусирования инфракрасного излучения.

3. Температура термочувствительного элемента черного цвета в изделии увеличивается во времени при инфракрасном воз-

действию под нулевым углом к основной оси линзы. Этот нагрев приведет к срабатыванию пожарного извещателя.

4. Найдено техническое решение для уменьшения агрессивного воздействия окружающей среды на пожарный извещатель посредством размещения его внутри бетонного блока. Предлагаемая конструкция исключает ложное срабатывание пожарного извещателя в результате нагрева солнечными лучами. Исключение вероятности

ложного срабатывания пожарного извещателя достигается за счет падения солнечных лучей на линзу под некоторым углом к основной оси. Они собираются в одной точке на побочном фокусе. Этот фокус расположен на поглощающей излучение стенке цилиндрического канала. При этом благодаря высокой поглотительной способности цилиндрического канала падающие на линзу под некоторым углом лучи не попадают в рабочую зону пожарного извещателя.

Список литературы

1. Rehman R.M.N.-U. Model of Smart System Based On Smart Grid, Smart Meter and Wireless Based Smart Appliances. IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2012, vol. 1(5), pp. 06–10. DOI:10.9790/1676-0150610. <http://www.iosrjournals.org/iosr-jeee/Papers/vol1-issue5/B0150610.pdf> (date of application: 23.07.2020).

2. Kazarian A., Teslyuk V. Units and structure of automated “smart” house control system using machine learning algorithms. 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017, pp. 364–366. DOI:10.1109/CADSM.2017.7916151. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7916151> (date of application: 23.07.2020).

3. Tulenkov A., Parkhomenko A., Sokolyanskii A., Stepanenko A., Zalyubovskiy Y. The features of wireless technologies application for smart house systems. Proceedings of the 2018 IEEE 4th International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS-SWS, 2018, pp. 1–5. DOI: 10.1109/IDAACS-SWS.2018.8525842. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8525842> (date of application: 23.07.2020).

4. Silva M. F. de O. Arduino guide device for people with visual impairment. Nucleus, 2018, vol. 15(2), pp. 159–162. DOI: 10.3738/1982.2278.2861. <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2861/2711> (date of application: 23.07.2020).

5. Hsu W. L., Jhuang J. Y., Huang C. S., Liang C. K., Shiau Y. C. Application of Internet of Things in a kitchen fire prevention system. Applied Sciences (Switzerland), 2019, vol. 9(17), pp. 3520–3544. DOI:10.3390/app9173520. <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/17/3520> (date of application: 23.07.2020).

6. Castro W. O. Residential design automation with Arduino use. Revista Acta Científica,

2017, 8. DOI:10.21745/ac08-15. <https://doi.galoa.com.br/doi/10.21745/ac08-15> (date of application: 23.07.2020).

7. Yunusov A., Riskaliev D., Abdulkarimov N., Eshkabilov S. Signal processing and conditioning tools and methods for road profile assessment. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020, pp. 742–751. DOI:10.1007/978-3-030-22365-6_74. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-22365-6_74 (date of application: 23.07.2020).

8. Kodali R. K., Jain V., Bose S., Boppana L. IoT based smart security and home automation system. In Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA, 2016, pp. 1286–1289. DOI:10.1109/CCAA.2016.7813916. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7813916> (date of application: 23.07.2020).

9. Singh V. K., Hirwani C. K., Panda S. K., Mahapatra T. R., Mehar K. Numerical and experimental nonlinear dynamic response reduction of smart composite curved structure using collocation and non-collocation configuration. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2019, vol. 233(5), pp. 1601–1619. DOI: 10.1177/0954406218774362. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0954406218774362> (date of application: 23.07.2020).

10. Khakimova A., Kusatayeva A., Shamshimova A., Sharipova D., Bemporad A., Familiant Y., Shintemirov A., Ten V., Rubagotti M. Optimal energy management of a small-size building via hybrid model predictive control. Energy and Buildings, 2017, 140, pp. 1–8. DOI:10.1016/j.enbuild.2017.01.045. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817301652?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).

11. Shaukat N., Ali S. M., Mehmood C. A., Khan B., Jawad M., Farid U., Ullah Z., Anwar S. M., Majid M. A survey on consumers empowerment, communication technologies, and renewable generation penetration within Smart

Grid. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, vol. 81, pp. 1453–1475. DOI:10.1016/j.rser.2017.05.208.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117308420?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).

12. Jabbar W. A., Kian T. K., Ramli R. M., Zubir S. N., Zamrizaman N. S. M., Balfaqih M., Shepelev V., Alharbi S. Design and Fabrication of Smart Home with Internet of Things Enabled Automation System. IEEE Access, 2019, vol. 7, pp. 144059–144074.

DOI:10.1109/ACCESS.2019.2942846.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8846205> (date of application: 23.07.2020).

13. Navarro-Tuch S. A., Bustamante-Bello M. R., Izquierdo-Reyes J., Avila-Vazquez R., Ramirez-Mendoza R., Jose Luis P. H., Gutierrez-Martinez Y. Emotional domotics: Inhabitable home automation system for emotion modulation through facial analysis. Studies in Computational Intelligence, 2018, vol. 751, pp. 218–241. DOI:10.1007/978-3-319-69266-1_11.

https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-69266-1_11 (date of application: 23.07.2020).

14. Zaidan A. A., Zaidan B. B., Qahtan M. Y., Albahri O. S., Albahri A. S., Alaa M., Jumaah F. M., Talal M., Tan K.L., Shir W.L., Lim C.K. A survey on communication components for IoT-based technologies in smart homes. Telecommunication Systems, 2018, 69(1), pp. 1–25. DOI: 10.1007/s11235-018-0430-8. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11235-018-0430-8> (date of application: 23.07.2020).

15. Favuzza S., Ippolito M. G., Massaro F., Musca R., Sanseverino E. R., Schillaci G., Zizzo G. Building automation and control systems and electrical distribution grids: A study on the effects of loads control logics on power losses and peaks. Energies, 2018, vol. 11(3), pp. 667–682. DOI:10.3390/en11030667.

<https://www.mdpi.com/1996-1073/11/3/667> (date of application: 23.07.2020).

16. Suárez-Albela M., Fraga-Lamas P., Fernández-Caramés T. M., Dapena A., González-López M. Home automation system based on intelligent transducer enablers. Sensors (Switzerland), 2016, vol. 16(10). pp. 1595–1621. DOI:10.3390/s16101595.

<https://www.mdpi.com/1424-8220/16/10/1595> (date of application: 23.07.2020).

17. Levin M. S. Modular design and improvement of the management system in the smart home with the use of interval multiset estimates. Journal of Communications Technology and Electronics, 2013, vol. 58(6), pp. 584–593. DOI:10.1134/S1064226913060168.

<https://link.springer.com/article/10.1134%2FS1064226913060168> (date of application: 23.07.2020).

18. Jezewski J., Pawlak A., Horoba K., Wrobel J., Czabanski R., Jezewski M. Selected design issues of the medical cyber-physical system for telemonitoring pregnancy at home. Microprocessors and Microsystems, 2016, vol. 46, pp. 35–43. DOI:10.1016/j.micpro.2016.07.005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141933116300874?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).

19. Kim B. H., Han S. J., Kwon G. R., Pyun J. Y. Signal Processing for Tracking of Moving Object in Multi-Impulse Radar Network System. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, vol. 1–12. DOI:10.1155/2015/536841.

https://www.researchgate.net/publication/283967535_Signal_Processing_for_Tracking_of_Moving_Object_in_Multi-Impulse_Radar_Network_System (date of application: 23.07.2020).

20. Loshakov D. Solnechnaya e`lektrostancziya dlya umnogo doma. Santexnika, Otoplenie, Kondicionirovanie, 2019, vol. 10(214), pp. 66–67. <https://www.c-o-k.ru/articles/solnechnaya-elektrostanciya-dlya-umnogo-doma> (date of application: 23.07.2020).

21. Anan`eva E. S., Korshunova N. N. Umný`j dom kak nový`j tip zhil`ya. Stroitel`ny`e materialy` i izdeliya, 2020, vol. 3(1), pp. 83–88. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42657342> (date of application: 23.07.2020).

22. Патент 2035558 Российская Федерация, МПК Е 04 В 1/76, Е 04 С 2/26. Стеновая панель / Н. С. Саранцев, В. М. Бальев; опубл. 1995.05.20, Бюл. № 24.

23. Патент 2130107 Российская Федерация, МПК Е04С 2/26. Многослойная панель / Калядин Ю. А., Ю. Ф. Бирулин, А. А. Горовой, А. Э. Янко, А. Б. Соколов, И. А. Румянцева, Ф. С. Белавин, В. Г. Бортников; опубл. 1999.05.10.

24. Патент 170492 Российская Федерация, МПК Е04С 1/39. Бетонный блок / А. Ю. Дроздов, С. И. Лахман; опубл. 2017.04.26, Бюл. № 12.

25. Кошмаров Ю. А., Башкирцев М. П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. М.1987. 444 с.

26. Патент 147521 U1 Российская Федерация, МПК G08В 17/00, G08В 17/10. Устройство пожарное дымовое автономное / В. П. Минайлов, А. А. Лазарев, С. И. Мочкаев; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 31.

27. Патент 198053 U1 Российская Федерация, МПК Е04С 1/39, Е04В 1/94. Совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок / С. В. Федосов, А. А. Лазарев,

М. В. Торопова, В. Г. Маличенко; опубл.
16.06.2020, Бюл. № 17

References

1. Rehman R.M.N.-U. Model of Smart System Based On Smart Grid, Smart Meter and Wireless Based Smart Appliances. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2012, vol. 1(5), pp. 06–10. DOI:10.9790/1676-0150610. <http://www.iosrjournals.org/iosr-jeee/Papers/vol1-issue5/B0150610.pdf> (date of application: 23.07.2020).
2. Kazarian A., Teslyuk V. Units and structure of automated “smart” house control system using machine learning algorithms. 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017, pp. 364–366. DOI:10.1109/CADSM.2017.7916151. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7916151> (date of application: 23.07.2020).
3. Tulenkov A., Parkhomenko A., Sokolyanskii A., Stepanenko A., Zalyubovskiy Y. The features of wireless technologies application for smart house systems. *Proceedings of the 2018 IEEE 4th International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS-SWS*, 2018, pp. 1–5. DOI: 10.1109/IDAACS-SWS.2018.8525842. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8525842> (date of application: 23.07.2020).
4. Silva M. F. de O. Arduino guide device for people with visual impairment. *Nucleus*, 2018, vol. 15(2), pp. 159–162. DOI: 10.3738/1982.2278.2861. <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2861/2711> (date of application: 23.07.2020).
5. Hsu W. L., Jhuang J. Y., Huang C. S., Liang C. K., Shiau Y. C. Application of Internet of Things in a kitchen fire prevention system. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2019, vol. 9(17), pp. 3520–3544. DOI:10.3390/app9173520. <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/17/3520> (date of application: 23.07.2020).
6. Castro W. O. Residential design automation with Arduino use. *Revista Acta Científica*, 2017, 8. DOI:10.21745/ac08-15. <https://doi.galoa.com.br/doi/10.21745/ac08-15> (date of application: 23.07.2020).
7. Yunusov A., Riskaliev D., Abdulkarimov N., Eshkabilov S. Signal processing and conditioning tools and methods for road profile assessment. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, pp. 742–751. DOI:10.1007/978-3-030-22365-6_74. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-22365-6_74 (date of application: 23.07.2020).
8. Kodali R. K., Jain V., Bose S., Boppana L. IoT based smart security and home automation system. In *Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA*, 2016, pp. 1286–1289. DOI:10.1109/CCAA.2016.7813916. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7813916> (date of application: 23.07.2020).
9. Singh V. K., Hirwani C. K., Panda S. K., Mahapatra T. R., Mehar K. Numerical and experimental nonlinear dynamic response reduction of smart composite curved structure using collocation and non-collocation configuration. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 2019, vol. 233(5), pp. 1601–1619. DOI: 10.1177/0954406218774362. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0954406218774362> (date of application: 23.07.2020).
10. Khakimova A., Kusatayeva A., Shamshimova A., Sharipova D., Bemporad A., Familiant Y., Shintemirov A., Ten V., Rubagotti M. Optimal energy management of a small-size building via hybrid model predictive control. *Energy and Buildings*, 2017, 140, pp. 1–8. DOI:10.1016/j.enbuild.2017.01.045. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817301652?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).
11. Shaukat N., Ali S. M., Mehmood C. A., Khan B., Jawad M., Farid U., Ullah Z., Anwar S. M., Majid M. A survey on consumers empowerment, communication technologies, and renewable generation penetration within Smart Grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 81, pp. 1453–1475. DOI:10.1016/j.rser.2017.05.208. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117308420?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).
12. Jabbar W. A., Kian T. K., Ramli R. M., Zubir S. N., Zamrizaman N. S. M., Balfaqih M., Shepelev V., Alharbi S. Design and Fabrication of Smart Home with Internet of Things Enabled Automation System. *IEEE Access*, 2019, vol. 7, pp. 144059–144074, DOI:10.1109/ACCESS.2019.2942846. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8846205> (date of application: 23.07.2020).
13. Navarro-Tuch S. A., Bustamante-Bello M. R., Izquierdo-Reyes J., Avila-Vazquez R., Ramirez-Mendoza R., Jose Luis P. H., Gutierrez-Martinez Y. Emotional domotics: Inhabitable home automation system for emotion modulation through facial analysis. *Studies in Computational Intelligence*, 2018, vol. 751, pp. 218–241. DOI:10.1007/978-3-319-69266-1_11.

https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-69266-1_11 (date of application: 23.07.2020).

14. Zaidan A. A., Zaidan B. B., Qahtan M. Y., Albahri O. S., Albahri A. S., Alaa M., Jumaah F. M., Talal M., Tan K.L., Shir W.L., Lim C.K. A survey on communication components for IoT-based technologies in smart homes. *Telecommunication Systems*, 2018, 69(1), pp. 1–25. DOI: 10.1007/s11235-018-0430-8. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11235-018-0430-8> (date of application: 23.07.2020).

15. Favuzza S., Ippolito M. G., Massaro F., Musca R., Sanseverino E. R., Schillaci G., Zizzo G. Building automation and control systems and electrical distribution grids: A study on the effects of loads control logics on power losses and peaks. *Energies*, 2018, vol. 11(3), pp. 667–682. DOI:10.3390/en11030667. <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/3/667> (date of application: 23.07.2020).

16. Suárez-Albela M., Fraga-Lamas P., Fernández-Caramés T. M., Dapena A., González-López M. Home automation system based on intelligent transducer enablers. *Sensors (Switzerland)*, 2016, vol. 16(10), pp. 1595–1621. DOI:10.3390/s16101595.

<https://www.mdpi.com/1424-8220/16/10/1595> (date of application: 23.07.2020).

17. Levin M. S. Modular design and improvement of the management system in the smart home with the use of interval multiset estimates. *Journal of Communications Technology and Electronics*, 2013, vol. 58(6), pp. 584–593. DOI:10.1134/S1064226913060168.

<https://link.springer.com/article/10.1134%2FS1064226913060168> (date of application: 23.07.2020).

18. Jezewski J., Pawlak A., Horoba K., Wrobel J., Czabanski R., Jezewski M. Selected design issues of the medical cyber-physical system for telemonitoring pregnancy at home. *Microprocessors and Microsystems*, 2016, vol. 46, pp. 35–43. DOI:10.1016/j.micpro.2016.07.005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141933116300874?via%3Dihub> (date of application: 23.07.2020).

19. Kim B. H., Han S. J., Kwon G. R., Pyun J. Y. Signal Processing for Tracking of Moving Object in Multi-Impulse Radar Network Sys-

tem. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2015, vol. 1–12. DOI:10.1155/2015/536841.

https://www.researchgate.net/publication/283967535_Signal_Processing_for_Tracking_of_Moving_Object_in_Multi-Impulse_Radar_Network_System (date of application: 23.07.2020).

20. Loshakov D. Solnechnaya e`lektrostancziya dlya umnogo doma. *Santexnika, Otoplenie, Kondicionirovanie*, 2019, vol. 10(214), pp. 66–67. <https://www.c-o-k.ru/articles/solnechnaya-elektrostanciya-dlya-umnogo-doma> (date of application: 23.07.2020).

21. Anan`eva E. S., Korshunova N. N. Umny`j dom kak novy`j tip zhil`ya. *Stroitel`ny`e materialy` i izdeliya*, 2020, vol. 3(1), pp. 83–88. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42657342> (date of application: 23.07.2020).

22. Sarantsev N. S., Balev V. M. *Stenovaya panel* [Wall panel]. Patent 2035558 Rossiyskaya Federatsiya IPC E 04 B 1/76, E 04 C 2/26, opubl. 1995.05.20, Byul. № 24.

23. Kalyadin Yu. A., Birulin YU. F., Gorovoy A. A., YAnko A. E., Sokolov A. B., Rumyantseva I. A., Belavin F. S., Bortnikov V. G. *Mnogosloynnaya panel* [Sandwich panel]. Patent 2130107 Rossiyskaya Federatsiya IPC E04C 2/26, opubl. 1999.05.10.

24. Drozdov A. Yu., Lahman S. I. *Betonnyiy blok* [Concrete block]. Patent 170492 Rossiyskaya Federatsiya IPC E04C 1/39, opubl. 2017.04.26, Byul. № 12.

25. Koshmarov Yu. A., Bashkirtsev M. P. *Termodinamika i teploperedacha v pojarnom dele* [Thermodynamics and heat transfer for firefighters]. Moscow: 1987, 444 p.

26. Minaylov V. P., Lazarev A. A., Mochkaev S. I. *Ustroystvo pojarnoe dyimovoe avtonomnoe* [Device the fire smoke autonomous]. Patent 147521 U1 Rossiyskaya Federatsiya IPC G08B 17/00, G08B 17/10, opubl. 10.11.2014, Byul. № 31.

27. Fedosov S. V., Lazarev A. A., Topopova M. V., Malichenko V. G. *Sovmeschennyiy s pojarnym izveschatelem betonnyiy blok* [Combined with a fire detector concrete block]. Patent 2020101506 Rossiyskaya Federatsiya IPC E04C 1/39, E04B 1/94, opubl. 16.06.2020, Byul. № 17.

Федосов Сергей Викторович

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Российская Федерация, г. Москва,

ФГБУО ВО Поволжский государственный технологический университет, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола,

академик РААСН, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии правительства РФ

в области науки и техники, Почётный строитель России, Лауреат Государственной премии

Республики Марий Эл в области архитектуры и строительства, д.т.н., профессор

E-mail: FedosovSV@mgsu.ru

Fedosov Sergey Viktorovich

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Russian Federation, Moscow, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Volga State University of Technology», Russian Federation, Yoshkar-Ola, Academician of RAASN, Honored worker of science of the Russian Federation, Laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, Honorary Builder of Russia, Laureate of the State Prize of the Republic of Mari El in the Field of Architecture and Construction, Doctor of Engineering Sciences, Professor

E-mail: FedosovSV@mgsu.ru

Ватин Николай Иванович

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

д.т.н., профессор

E-mail: vatin_ni@spbstu.ru

Vatin Nikolai Ivanovich

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russian Federation, St. Petersburg, Doctor of Engineering Sciences, Professor

E-mail: vatin_ni@spbstu.ru

Лазарев Александр Александрович

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

кандидат педагогических наук, доцент кафедры

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 pedagogic sciences, assistant professor of chair

E-mail: kgn@edufire37.ru

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

Маличенко Вячеслав Геннадиевич

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, Российская Федерация, г. Иваново

аспирант кафедры естественных наук и техносферной безопасности

mvg84@bk.ru

Maslichenko Vyacheslav Gennadievich

Federal State Educational Institution of Higher Education
Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo,
Russian Federation
graduate student of chair of natural sciences and technosphere
safety
mvg84@bk.ru

УДК 614.843.4

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ РС-50 (РС-70)

Р. И. ХАРЛАМОВ, А. Д. СЕМЕНОВ, И. В. САРАЕВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: hr291192@mail.ru, sad8_3@mail.ru, saraev-i-v@mail.ru

В статье проведён анализ технических возможностей современных ручных пожарных стволов для тушения пожаров. Установлено, что имеющиеся ручные пожарные стволы РС-50 и РС-70, поставленные на вооружение в советское время, способные формировать только сплошную струю при тушении пожара, возможно модифицировать путём разработки дополнительного устройства.

В работе предложено конструктивное решение и разработано дополнительное устройство, позволяющее повысить функциональное применение рассматриваемых стволов, имеющее переключное устройство, возможность одновременной подачи распылённой струи и защитной водяной завесы.

Экспериментально доказано, что конструкция дополнительного устройства для расширения функционального применения рассматриваемых стволов подобрана правильно и может быть использована в повседневном применении.

Ключевые слова: ручной пожарный ствол; модификация; тушение пожара; дополнительное устройство.

ADDITIONAL DEVICE FOR INCREASING THE FUNCTIONALITY OF MANUAL FIRE TRUNK RS-50 (RS-70)

R. I. KHARLAMOV, A. D. SEMENOV, I. V. SARAEV

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: hr291192@mail.ru, sad8_3@mail.ru, saraev-i-v@mail.ru

The article analyzes the capabilities of modern hand-held fire barrels for extinguishing fires and conducting rescue operations. It is established that the RS-50 and RS-70 manual fire barrels, which were put into service in the Soviet period and intended for forming a continuous stream when extinguishing a fire, can be modified by developing an additional device.

Proposed design solution and developed a device that allows you to increase the functionality of trunks RS-50 (RS-70), having peregrebnoe device, the simultaneous flow of the spray jet and the protective water curtain.

The article shown that the design of an additional device to increase the functionality of manual fire barrels RS-50 (RS-70) is selected correctly and can be used to extinguish a fire.

Key words: manual fire barrel; modification; fire extinguishing; additional device.

Одним из видов пожарного оборудования, от которого зависит интенсивность подачи огнетушащих веществ для нужд пожаротушения, являются ручные пожарные стволы (РПС), которые обеспечивают формирование различного типа струи при тушении пожара. Все РПС характеризуются физическими параметрами

формирования струи в зависимости от вида подаваемого огнетушащего вещества (ОТВ), что определяет их эффективность.

Анализ литературы [1] показал, что существует большое количество производителей РПС, которые отличаются многими техническими характеристиками (табл. 1). Характеристики рассматриваемых РПС также, как и функционал при пожаротушении. Однако цена

зарубежных аналогов превосходит отечественные образцы примерно в 2 раза.

Таким образом, на современном рынке средств пожаротушения присутствует большое количество универсальных РПС (табл. 1) способных формировать сплошную и распылён-

ную струи с защитной завесой, а также их комбинацию. Однако все они являются дорогостоящими, что диктует необходимость разработки более дешёвых аналогов универсальных ручных пожарных стволов.

Таблица 1. Пожарные стволы

Страна произ-	США	Япония	Франция	Великобритания	Австрия	Россия
Модель	Thunder Fog 1,5"	NV-40CFP NV-40CF	Optrapons 500 R	Delta Attack 100C	SelectFlow RB 99 NFPA	РСКУ-50А
Расход воды, л/с	1,9; 3,8; 6,0; 7,9; 9,5; 12,6	0; 3,3; 6,0; 9,2	2,0; 4,2; 6,3; 8,4	1,3; 1,7; 2,1	0,4; 0,7; 1,5; 2,5	2,0; 4,0; 8,0
Давление, атм	7	7 7	6	6	7	4
Диаметр соединительной головки, мм	38	38 38	38	25	38	51
Длина ствола, мм	259	270 144	289	230	200	-
Масса ствола, кг	2,5	2,2 1,1	2,4	1,6	1,5	2,5
Цена, тыс. руб.	39,9	37,45	34,08	40,05	40,1	19,89

Целью работы является разработка дополнительного устройства для расширения функционального применения стволов ручных пожарных РС-50 (РС-70).

На сегодняшний день переоснащение пожарной охраны ведётся высокими темпами, однако значительная часть подразделений укомплектована морально устаревшим вооружением, в особенности добровольная пожарная охрана. Так, при тушении пожаров используются РПС (рис. 1) в которых отсутствует возможность формирования распылённых струй, а также защитных завес для защиты пожарного во время тушения пожара.



Рис. 1. Вид РПС (РС-50)

Следует отметить, что авторами [2] установлены математические зависимости изменения времени «боевого развёртывания» и ликвидации горения.

Таким образом, на время тушения пожара влияют такие технические характеристики применяемого пожарного оборудования, как его параметры работы, расхода и интенсивности подачи огнетушащих веществ.

С целью расширения функционального применения рассматриваемых РПС, предлагается разработка дополнительного устройства (рис. 2), обладающего наличием затворного устройства, а также возможностью одновременного формирования распылённой струи и защитной завесы, что в значительной мере повысит эффективность тушения пожаров с применением РПС.

Таким образом схема предлагаемого дополнительного устройства представляет собой металлическую трубу с условным проходом DN 50 (3), которая соединяется с шаровым краном DN 50 (1), и двумя соединительными головками диаметром 51 мм (2) посредством резьбового соединения. Для разделения потоков в трубу с условным проходом DN 50 монтируются две металлические трубки (4) и два шаровых крана DN 15 (5) с последующим монтажом насадка-распылителя турбинного типа (7) и экрана для формирования защитной завесы (6).

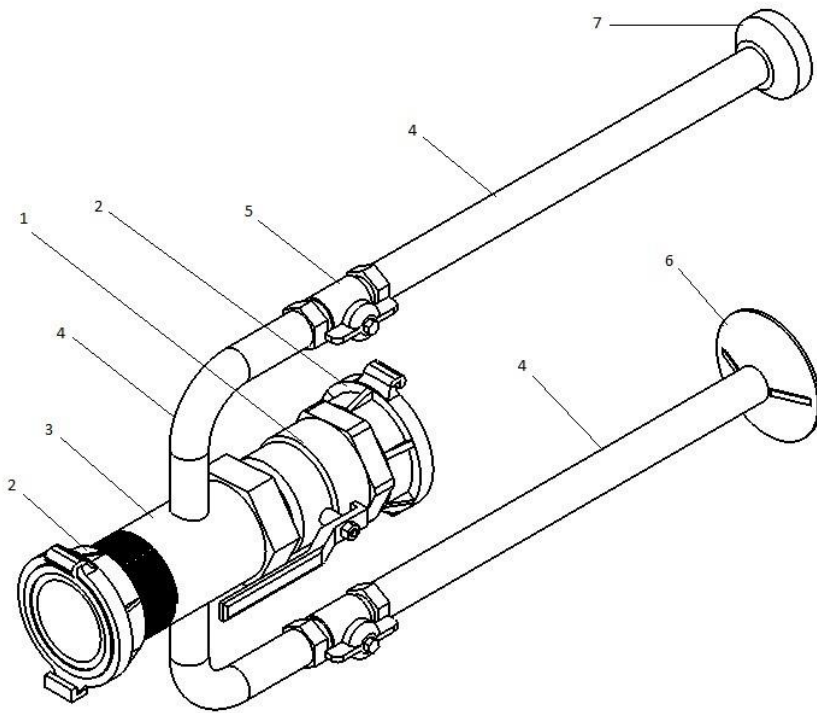


Рис. 2. Схема элементов конструкции дополнительного устройства для РПС:
 1 – шаровый кран DN 50,
 2 – соединительная головка диаметром DN 50,
 3 – металлическая труба DN 50, 4 – труба DN 15,
 5 – шаровый кран DN 15,
 6 – металлическая пластина,
 7 – распылитель

Принцип работы дополнительного устройства заключается в следующем (рис. 3): дополнительное устройство устанавливается на конце рабочей линии к пожарному рукаву посредством соединительных головок с последующей установкой на него РПС. Наличие затворного устройства (1) обеспечивает контроль

подачи ОТВ на тушение пожара, обеспечивает экономию ОТВ и облегчает работу с РПС. При возникновении необходимости, создаётся распылённая струя или завеса, путём открытия шаровых кранов (5) получаем требуемый эффект, не зависимо от подачи огнетушащих веществ через основной пожарный ствол.

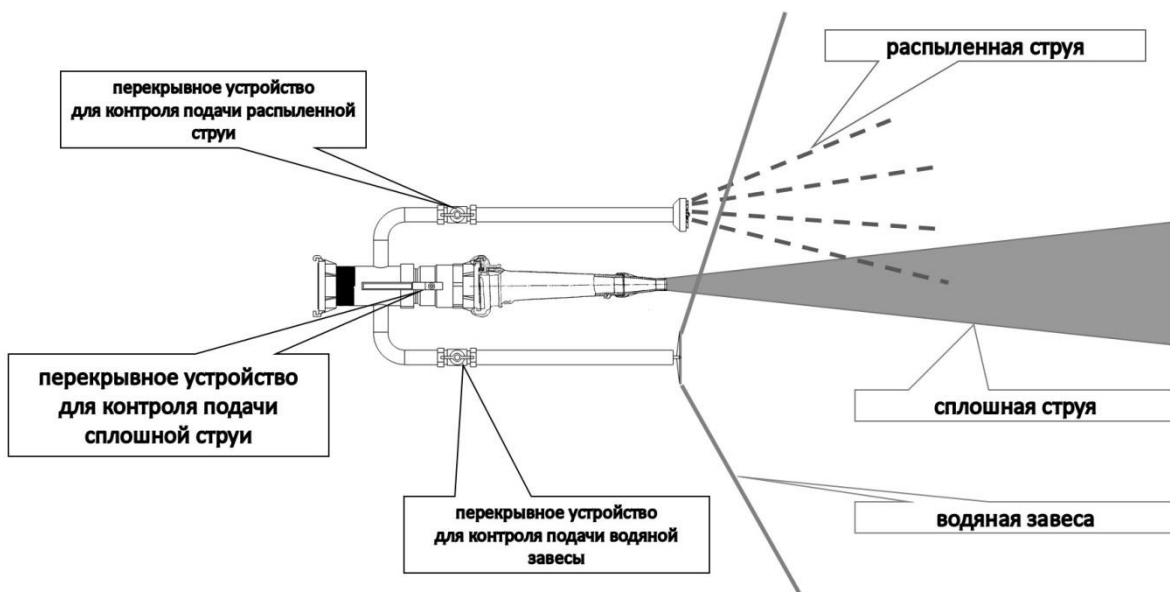


Рис. 3. Схема функционирования РПС при использовании дополнительного устройства для расширения их функционального применения

Наряду с вышеуказанным проведено исследование технических показателей разработанного устройства для расширения функционального применения РПС в соответствии с требованиями нормативных документов.

В табл. 2–3 представлены технические характеристики, которым должны соответствовать разрабатываемые водоподающие устройства.

Таблица 2. Технические характеристики универсальных РПС для распылённой струи

Наименование показателя	Ствол нормального давления, DN			Ствол высокого давления
	38	50	70	
Расход, л/с	1,5	2,0	7,0	2,0
Дальность, м,	9	11	15	15
Эффективная дальность, м,	4	5	10	10
Средняя интенсивность орошения, л·с ⁻¹ ·м ²	0,05	0,10	0,20	0,05
Угол факела	30°	40°	40°	30°

Таблица 3. Технические характеристики РПС, создающих защитную завесу

Наименование показателя	Ствол нормального давления, DN	
	50	70
Расход, л/с	0,9	2,3
Угол факела	120°	120°
Диаметр факела	2,5	3,0

Для определения технических показателей находилась функция распределения количества полученных осадков, выпадающих из струи за определённое время, по площади орошения.

Согласно методике, представленной в [1], при проверке максимального расстояния подачи сплошной струи на соответствие предъявляемым требованиям (табл. 2–3), испытуемый РПС устанавливали и закрепляли под углом наклона к горизонту $30 \pm 1^\circ$ и высоту $1,00 \pm 0,01$ м от начала отверстия подачи ОТВ.

Максимальную дальность принимали по крайним каплям струи и измеряли от места установки насадка РПС при помощи металлической рулетки. Определение максимального расстояния дальности струи осуществлялось при условии, что маяк был расположен напротив излёта струи в месте падения крайних капель.

В свою очередь испытание распылённой струи проводили на фиксируемой площади выпадения осадков струи, путём установки мерных ёмкостей, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием 100×100 мм и высотой 200 ± 1 мм. Ёмкости для сбора осадков распылённой струи испытуемого насадка РПС были расположены рядами перпендикулярно к оси установки насадка РПС, на одинаковом расстоянии относительно этой оси.

Параллельно с достижением стационарного режима истечения струи ОТВ перед

насадком испытуемого РПС перед ним был установлен отбойный щит, который препятствовал попаданию распылённой струи в измерительные ёмкости. После достижения требуемого режима подачи ОТВ, установленный отбойный щит убрали и фиксировали временные данные начала сбора осадков. После завершения эксперимента по сбору осадков струи ОТВ перед РПС устанавливали отбойный щит для предотвращения попадания капель ОТВ в мерные ёмкости.

Фиксацию осадков струи ОТВ, которые попали в мерные ёмкости при испытании распылённой струи, проводили в течение 5 мин., при условии, что переполнение ни одной из мерных ёмкостей не допускается.

Измерив объём воды в каждой мерной ёмкости, определяли локальную интенсивность орошения i , л·с⁻¹·м², на площади основания мерных ёмкостей по формуле:

$$i = \frac{v}{f \cdot t}, \quad (1)$$

где v – объём осадков в мерной ёмкости, л;
 f – площадь основания мерной ёмкости, м²;
 t – затраченное время, с.

Уровень выпадения осадков $h = 2$ мм·мин⁻¹, вычисляли по формуле (1), подставляя в неё значения объёма v мм³, площади f мм² и времени t мин.

Среднюю интенсивность орошения распылённой струи I , л·с⁻¹·м², вычисляли по формуле:

$$I = \frac{\sum i}{n}, \quad (2)$$

где n – количество мерных ёмкостей $h = 2$ мм·мин⁻¹.

Объем осадков струи ОТВ, которые попали в мерные ёмкости, измеряли с точностью до 5%. Время определялось секундомером.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что предлагаемый насадок для формирования распылённой струи подобран правильно и технические параметры дополнительного устройства для расширения функционального применения РПС со-

ответствуют технической документации (табл. 4).

Расход распыления факела защитной завесы определялся как разность расходов на образование сплошной струи с защитной завесой и сплошной струи, расход на распыления факела защитной завесы равен 1 л/с. Замер диаметра факела защитной завесы проводили измерением рулеткой, в результате замера диаметра факела защитной завесы равен 2,7 м.

Таким образом, проведённые испытания показали, что конструкция дополнительного устройства для расширения функционального применения РПС подобрана правильно и может быть использована по назначению.

Таблица 4. Экспериментальные данные интенсивности орошения насадком для формирования тонкораспылённых струй дополнительного устройства для расширения функционального применения РПС

Интенсивность орошения, л·с⁻¹·м²	0,09	0,095	0,097	0,098	0,1	0,11	0,11	0,099	0,095
Средняя интенсивность орошения, л·с⁻¹·м²	0,1								

Выводы

В работе показано, что на современном рынке средств пожаротушения имеется большое количество ручных универсальных стволов способных формировать как сплошную, так и распыленные струи воды, а также защитную завесу и их комбинации. Однако все они являются дорогостоящими, что диктует необходимость разработки более дешевых аналогов ручных универсальных пожарных стволов.

Установлено, что на время тушения пожара влияют такие технические характеристики применяемого пожарного оборудования, как его параметры работы, расхода и интенсивности подачи огнетушащих веществ.

Список литературы

1. Теребнев В. В., Казанцев С. Г., Богомолов М. В. Анализ пожарных стволов «нового поколения» // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 3 (Т-20). С. 52–56.
2. Теребнев В. В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. М.: Пожкнига, 2004. 256 с.

References

1. Terebnev V. V., Kazantsev S. G., Bogomolov M. V. *Analiz pozharnykh stvolov «novo-go pokoleniya»* [Analysis of the fire of the guns of the «new generation»]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2011, vol. 3 (Т.–20), pp. 52–56.
2. Terebnev V. V. *Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. Takticheskiye vozmozhnosti pozharnykh podrazdeleniy* [Directory of the fire extinguishing Manager. Tactical capabilities of fire departments]. М.: Pozhkniga, 2004, 256 p.

Харламов Роман Игоревич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
старший преподаватель
E-mail: hr291192@mail.ru.

Kharlamov Roman Igorevich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer
E-mail: hr291192@mail.ru.

Семенов Андрей Дмитриевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры
E-mail: sad8_3@mail.ru,

Semenov Andrey Dmitrievich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of technical sciences, deputy chief of chair
E-mail: sad8_3@mail.ru.

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 Vitalievich

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
lecturer
E-mail: saraev-i-v@mail.ru

УДК 614.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ ПОСЛЕ ТРЕХЛЕТНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. В. ШНЫПАРКОВ, В. В. КОПЫТКОВ

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси,
Республика Беларусь, Гомель

E-mail: shnyparkov82@mail.ru, kapytkou@mail.ru

Срок службы боевой одежды пожарных, согласно [1], составляет не менее двух лет от даты начала применения. Для лиц рядового и начальствующего состава органов и подразделений по ЧС Республики Беларусь время носки боевой одежды пожарных составляет 3 года. Во время эксплуатации боевой одежды пожарных ее материалы подвергаются воздействию различных факторов внешней среды: высоких температур, тепловых потоков и возможных выбросов пламени, неблагоприятных климатических воздействий, механических воздействий, воды и слабых растворов кислот и щелочей (раствор пенообразователя), нефти и нефтепродуктов. Мы выбрали один комплект боевой одежды пожарных из подразделения, чаще других выезжавших на ликвидацию ЧС в рамках выбранного района, и эксплуатирующейся 3 года. Приведены результаты испытаний такой одежды на устойчивость к тепловому потоку, открытому пламени, разрывной и раздирающей нагрузке с целью определения соответствия нормативным требованиям к боевой одежде пожарных спустя 3 года после начала ее использования. Согласно полученным результатам и нормативным требованиям, предъявляемым к боевой одежде пожарных, образцы пакетов материалов боевой одежды пожарных модели 050-2014 выдержали испытания на устойчивость к тепловому потоку, открытому пламени, разрывной и раздирающей нагрузке.

Ключевые слова: разрывная нагрузка; раздирающая нагрузка; боевая одежда пожарных; теплофизические показатели; испытание.

RESULTS OF TESTS OF FIRE COMBAT CLOTHING AFTER THREE YEARS OF OPERATION

A. V. SHNYPARKOV, V. V. KOPYTKOV

The Gomel branch of the University of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus,
Republic of Belarus, Gomel

E-mail: shnyparkov82@mail.ru, kapytkou@mail.ru

Service life of combat clothes of firefighters, according to [1], is not less than two years from the date of application. For employees of bodies and units of emergency situations of the Republic of Belarus, the time of operation of combat clothing of firefighters is 3 years. During operation of combat clothing of firefighters, its materials are exposed to various environmental factors: high temperatures, heat flows and possible flame emissions, adverse climatic effects, mechanical effects, water and weak solutions of acids and alkalis (foaming agent solution), oil and oil products. We chose one set of combat clothes of firefighters from the unit, which most often left for elimination of emergency situations within the selected area and operating for 3 years. The results of testing of such clothes for resistance to heat flow, open flame, breaking and breaking loads are given in order to determine compliance with the regulatory requirements for combat clothes in a hot manner 3 years after the beginning of its use. According to the obtained results and regulatory requirements for combat clothing of firefighters, samples of packages of materials of combat clothing of firefighters model 050-2014 passed tests for resistance to heat flow, open flame, breaking and tearing load.

Key words: explosive loading, the tearing apart loading, combat clothes of firefighters, heatphysical indicators, test.

Введение. Согласно СТБ 1971-2009¹, срок службы боевой одежды пожарных (далее БОП) – не менее двух лет от даты начала применения. Срок носки БОП для лиц рядового и начальствующего состава органов и подразделений по ЧС Республики Беларусь составляет 3 года².

Во время эксплуатации боевой одежды пожарных ее материалы подвергаются воздействию различных факторов внешней среды: тепловые и механические, воды и агрессивных сред, а также климатические воздействия, которые приводят к необратимым изменениям структуры его волокон и ухудшению их свойств. Изменения структуры и свойств волокон непременно приводят к изменению физико-механических и теплофизических свойств материала. Глубокое и всестороннее изучение эксплуатационных свойств материалов и их пакетов, используемых при изготовлении БОП, позволит выявить резервы их эксплуатационной надежности, прогнозировать срок службы и, соответственно, повысить надежность и конкурентоспособность готового изделия³.

В связи с этим нами проведены испытания боевой одежды пожарных, прошедших трехлетнюю эксплуатацию на устойчивость к тепловому потоку, открытому пламени, разрывной и раздирающей нагрузке с целью определения соответствия нормативным требованиям к боевой одежде пожарных спустя 3 года после начала ее использования.

Испытания проводились в научно-исследовательском центре Витебского областного управления МЧС. Боевую одежду пожарных для проведения испытаний мы выбирали в подразделении по чрезвычайным ситуациям Витебского гарнизона, где по статистике фиксируется наибольшее количество выездов на ликвидацию пожаров. Таковым оказался Витебский городской отдел по чрезвычайным ситуациям. Для проведения испытаний были выбраны комплекты боевой одежды пожарных модели 050-2014 (материал верха – ткань «Леонид»).

¹ СТБ 1971-2009. Система стандартов безопасности труда: Одежда пожарных боевая. Общие технические условия. Минск: Госстандарт. 2009. 35 с.

² Порядок материально-технического обеспечения органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям: Указ Президента Республики Беларусь от 19 октября 2009 г. № 512. Минск, 2009. 17 с.

³ СТБ 1971-2009. Указ. изд.

В настоящей статье мы приводим результаты испытаний боевой одежды пожарных на устойчивость к тепловому потоку, открытому пламени, разрывной и раздирающей нагрузке.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований стали образцы боевой одежды пожарных спасателей модели 050-2014, прошедших трехлетнюю эксплуатацию.

Внешний вид боевой одежды пожарных модели 050-2014 приведен на рис. 1.



Рис. 1. Боевая одежда пожарных (модель 050-2014)

При проведении испытаний БОП мы использовали методику, описанную в СТБ 1971-2009⁴.

1. Определение устойчивости пакета материалов к воздействию теплового потока.

Для определения устойчивости пакета материалов БОП к воздействию теплового потока проводились испытания на установке, описание и принцип действия которой приведены в СТБ 1971-2009.

Для проведения испытаний отбирались пробы пакета материалов размером 220×70 мм с трех комплектов боевой одежды пожарных модели 050-2014.

Результаты испытаний материалов боевой одежды пожарных модели 050-2014 для удобства чтения сведены в графики, представленные на рис. 2–3.

На графиках (рис. 2, 3) показана динамика изменения температуры внутренней поверхности пробы материала боевой одежды пожарных модели 050-2014 при воздействии теплового потока плотностью 5 кВт/м² и плот-

⁴ СТБ 1971-2009. Указ. изд.

ностью 40 кВт/м^2 соответственно. За показания температуры и теплового потока приняты среднеарифметические результаты испытания проб пакета материалов каждой из трех исследуемых комплектов БОП.

Среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материала БОП в течение испытания не долж-

но превышать суммарного значения температуры T^5 :

$$T = t_0 + 50, \quad (1)$$

где t_0 – температура окружающей среды в момент начала испытания БОП, °С.

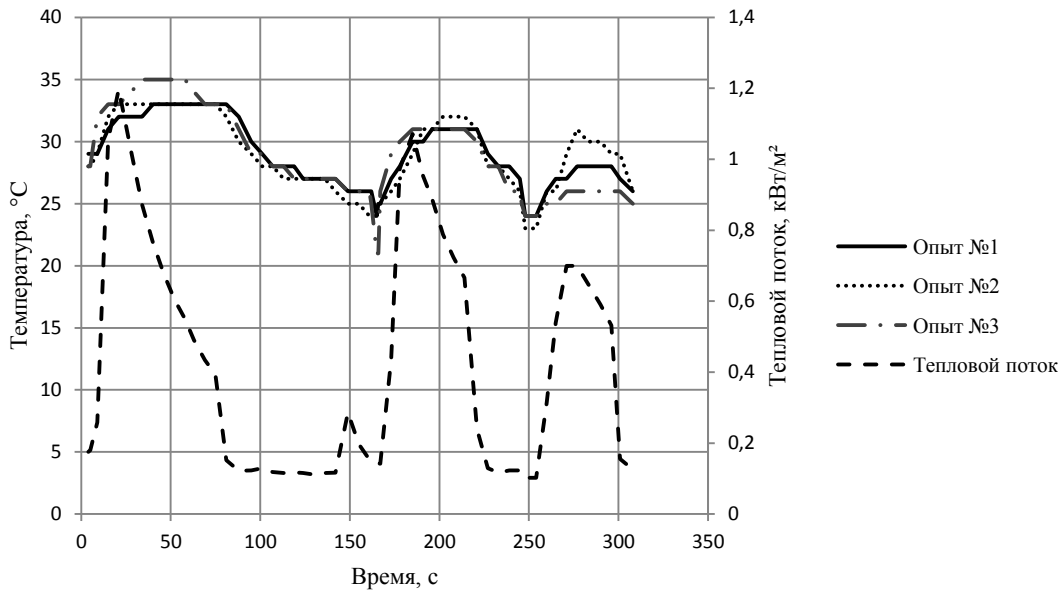


Рис. 2. Динамика изменения температуры внутренней поверхности пробы материала боевой одежды пожарных модели 050-2014 при воздействии теплового потока плотностью 5 кВт/м^2

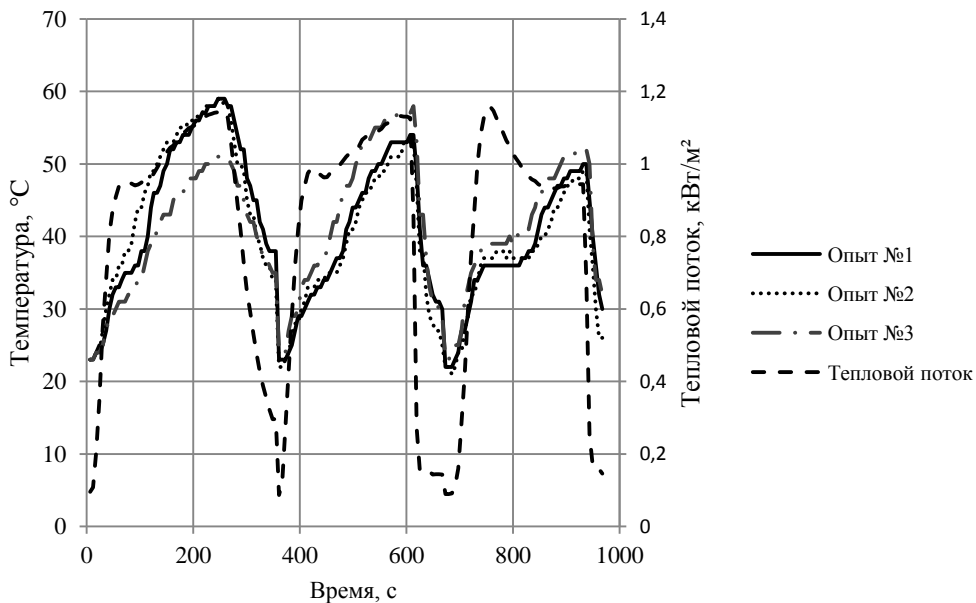


Рис. 3. Динамика изменения температуры внутренней поверхности пробы материала боевой одежды пожарных модели 050-2014 при воздействии теплового потока плотностью 40 кВт/м^2

⁵ СТБ 1971-2009. Указ. изд.

Оценка результатов испытаний: анализируя среднеарифметические показания температур на внутренней поверхности пакета материалов, можно сделать вывод, что образцы пакетов материалов боевой одежды пожарных модели 050-2014 выдержали испытания, так как среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материала БОП в течение испытания не превысило $T=71\text{ }^{\circ}\text{C}$ (минимальная температура окружающей среды в момент начала испытания БОП составила $t_0=21\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Также в процессе испытания на всех пробах не произошло: разрушения наружной поверхности материала верха и внутренних слоев пакета (оплавления, обугливания, прогара); отслоения покрытия от тканевой основы; воспламенения; увеличения плотности теплового потока на внутренней поверхности пакета материалов БОП до значения, превышающего $2,5\text{ кВт/м}^2$.

По результатам испытаний можно сделать вывод, что образцы пакетов материалов боевой одежды пожарных модели 050-2014 выдержали испытания, так как среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материала БОП в течение испытания не превысило $T=71\text{ }^{\circ}\text{C}$ (минимальная температура окружающей среды в момент начала испытания БОП составила $t_0=21\text{ }^{\circ}\text{C}$).

2. Воздействие открытого пламени.

Для испытаний было отобрано пять проб пакета материалов и материала верха размером $140 \times 60\text{ мм}$, и пять проб материала накладок размером $140 \times 50\text{ мм}$.

Для испытаний проб пакета материалов, материала верха и накладок БОП мы использовали горелку, конструкция и описание которой показаны на рис. 4.

Испытание проб пакета материалов и накладок БОП проводилось при поверхностном зажигании. В пакет материалов включались все материалы, входящие в состав БОП.

В табл. 1 представлены результаты времени остаточного горения и остаточного тления пакета материалов и материала верха комплекта боевой одежды пожарных. За время остаточного горения и остаточного тления материала верха принято среднеарифметическое время остаточного горения и остаточного тления каждой пробы.

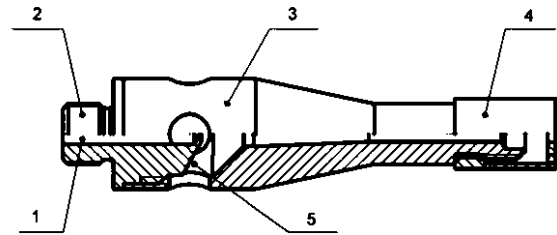


Рис. 4. Конструкция газовой горелки⁶

1 – дроссельная трубка; 2 – газовое сопло; 3 – трубка горелки; 4 – стабилизатор пламени; 5 – выемка

При испытании на устойчивость к воздействию открытого пламени накладок БОП, остаточного горения не наблюдалось, а время остаточного тления составляло не более 0,5 сек.

Анализируя среднеарифметические показания времен остаточного горения и остаточного тления, можно сделать вывод, что образцы материалов верха, пакета материалов и материалов накладок боевой одежды пожарных модели 050-2014 выдержали испытания, так как: время остаточного горения составило не более 2 с; время остаточного тления составило не более 2 с.

3. Разрывная и раздирающая нагрузка.

Для определения устойчивости материала верха БОП к разрывной и раздирающей нагрузке была использована разрывная машина с переменной скоростью возрастания нагрузки и деформации (рис. 5).

Таблица 1. Результаты испытаний проб пакета материалов и материала верха боевой одежды пожарных модели 050-2014

Боевая одежда пожарных модели 050-2014					
Номер испытательного комплекта БОП	1	2	3	4	5
Пакет материалов					
Время остаточного горения, сек	1,7	1,9	1,8	1,7	1,7
Время остаточного тления, сек	1,8	2,0	1,9	1,8	1,8
Материал верха					
Время остаточного горения, сек	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7
Время остаточного тления, сек	1,9	2,0	1,8	1,9	1,8

⁶ СТБ 1971-2009. Указ. изд.

Для проведения испытаний на устойчивость к разрывной нагрузке отбирались пробы материала верха размером 50 × 200 мм, а для проведения испытаний на устойчивость к раздирающей нагрузке отбирались пробы материала верха размером 70 × 200 мм. Все пробы отбирались с трех комплектов боевой одежды пожарных модели 050-2014.

Разрывная нагрузка. Для испытаний вырезались элементарные пробы в виде полосок по основе и по утку. На разрывной машине установили расстояние между зажимами в 200 мм с погрешностью не более +/-1 мм.

За разрывную нагрузку точечной пробы принимали среднеарифметическое значение результатов всех измерений по основе или по утку. Вычисление производили с погрешностью до 0,0001 Н (0,01 кгс) и округляли до 0,001 Н (0,1 кгс.).

За окончательный результат испытаний принимали среднеарифметическое значение испытаний по объединенной пробе.

Материал верха БОП считают выдержавшим испытания, если среднеарифметическое значение разрывной нагрузки испытаний по объединенной пробе не менее:

- по основе – 1000 Н;
- по утку – 800 Н.

Раздирающая нагрузка.

Для испытаний на устойчивость к раздирающей нагрузке на каждой элементарной пробе сделали продольный надрез по ее средней линии на длине около 120 мм для получения двух язычков (рис. 6).

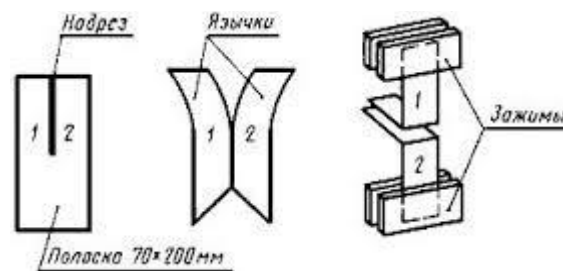


Рис. 6. Схема надрезов элементарных проб⁷

При заправке в зажимы разрывной машины элементарную пробу складывали пополам по ширине, а затем закрепляли в зажимах, как указано на рис. 4, без перекручивания «язычков»

Раздирание элементарной пробы проводили на длине 50 мм, не доводя до полного разделения элементарной пробы на две части.

Раздирающей нагрузкой элементарной пробы считают показание прибора после окончания процесса раздирающей нагрузки точечной пробы принимаем среднее арифметическое результатов всех испытаний элементарных проб одного направления.

Результаты испытаний.

Результаты испытаний боевой одежды пожарных модели 050-2014 на устойчивость к разрывной нагрузке приведены в табл. 2, а результаты испытаний этой же одежды на устойчивость к раздирающей нагрузке приведены в табл. 3.

Таблица 2. Результаты испытания проб материала верха боевой одежды пожарных к разрывной нагрузке

Боевая одежда пожарных модели 050-2014				Среднее арифметическое результатов всех испытаний	Норматив, Н, не менее	
Номер испытательного комплекта БОП	1	2	3			
Разрывная нагрузка, Н	По основе	1150	1280	1130	1187	1000
	По утку	950	870	1000	940	800

Таблица 3. Результаты испытания проб материала верха боевой одежды пожарных к раздирающей нагрузке

Боевая одежда пожарных модели 050-2014				Среднеарифметическое результатов всех испытаний	Норматив, Н, не менее	
Номер испытательного комплекта БОП	1	2	3			
Сопротивление раздиранью, Н	По основе	100	85	75	87	60
	По утку	85	115	80	93	60

⁷ СТБ 1971-2009. Указ. изд.

Оценка результатов испытаний

Таким образом, анализируя показатели изменения физико-механических и теплофизических свойств материала, приходим к выводу,

что изменение структуры материала на протяжении всего периода эксплуатации БОП является допустимым.

Список литературы

1. Гусаров А. М., Кузнецов А. А. Оценка и прогнозирование теплозащитных свойств пакетов материалов для специальной защитной одежды пожарных: монография. Витебск: УО «ВГТУ», 2017. 174 с.

2. Шныпарков А. В., Копытков В. В., Кравцов А. Г. Обоснование времени ношения боевой одежды пожарных по устойчивости ее к воздействию теплового потока // Вестник технологического университета. 2017. Т 20. № 23. С. 48–53.

3. Шныпарков А. В., Копытков В. В. Обоснование времени эксплуатации боевой одежды пожарных по устойчивости ее к воздействию открытого пламени // Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 11. С. 41–44.

svoistv paketov materialov dlya specialnoi zashchitnoi odegdy pogarnyh: monografia [Assessment and prediction of heat-shielding properties of packages of materials for special protective clothing for firefighters: monograph]. Vitebsk: UO «VGTU», 2017. 174 p.

2. Shnyarkov A. V., Kopytkov V. V., Kravtsov A. G. Obosnovaniye vremeny nosheniya boevoy odegdy pogarnych po ustoychivosti eye k vozdeystviu teplovogo potoka [Justification of the time of wearing combat clothing for firefighters in terms of its resistance to heat flow]. *Vestnik tehnologicheskogo universiteta*, 2017, vol. 20, issue 23, pp. 48–53.

3. Shnyarkov A. V., Kopytkov V. V. Obosnovaniye vremeny ekspluatsii boevoy odegdy pogarnych po ustoychivosti eye k vozdeystviu otkrytogo plameny [Justification of the operation time of firefighters' combat clothing in terms of its resistance to the action of an open flame]. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*, 2018, vol. 11, pp. 41–44.

References

1. Gusarov A. M., Kuznetsov A. A. *Otsenka i prognozirovaniye teplozashchitnykh*

Шныпарков Александр Валерьевич

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси
Республика Беларусь, Гомель
кандидат физико-математических наук, доцент, старший преподаватель,
e-mail: shnyarkov82@mail.ru

Shnyarkov Alexandr Valeryevich

The Gomel branch of the University of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus
Republic of Belarus, Gomel
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor, senior teacher
e-mail: shnyarkov82@mail.ru

Копытков Владимир Владимирович

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси
Республика Беларусь, Гомель
кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры,
e-mail: kopytkou@mail.ru

Kopytkov Vladimir Vladimirovich

The Gomel branch of the University of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus
Republic of Belarus, Gomel
Candidate of Technical Sciences, associate professor, chief of the department
e-mail: kopytkou@mail.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

К рассмотрению принимаются рукописи в электронном формате документа Microsoft Word (*.doc, *.docx). Файлы высылаются по адресу: journal@edufire37.ru

Статьи должны полностью соответствовать специальности 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 дымонепроницаемой 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. Для изданий на русском языке обязательна транслитерация оригинального названия и перевод названия на английский язык (в квадратных скобках); тире, а также символ // в описании на английском языке не используются;

– список в романском алфавите (References). В References при переводе статьи на английский названия изданий и журналов не переводятся, используется транслитерация.

Для изданий на английском языке транслитерация не производится.

Если есть, обязательно указывается DOI.