

ISSN 2658-6223

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

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)

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 (32), 2019



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

(Журнал переименован. Предыдущее название
«ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ИНСТИТУТА ГПС МЧС РОССИИ»)

Научный журнал

Издается с 2011 года

Выходит 4 раза в год

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

Территория распространения — Российская Федерация.

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Члены редколлегии:

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

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

Технический редактор: *Шмелева Юлия Владимировна*

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

Подписано в печать 26.09.2019 г. Усл. печ. л. 6, 1. Тираж 100 экз. Заказ №72.

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

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

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

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

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

Маштаков В. А., Бобринев Е. В., Маторина О. С., Удавцова Е. Ю. Исследование деятельности добровольной пожарной охраны в Российской Федерации и зарубежных странах..... 5
Mashtakov V. A., Bobrinev E. V., Matorina O. S., Udavtsova E. Yu. Research of activity of voluntary fire protection In the Russian Federation and foreign countries..... 5

Хомякова А. А., Сизова О. В., Карасева С. Н. Совершенствование механизма принятия решений в процедурах программно-целевого управления региональной инновационной системой..... 14
Homuyakova A. A., Sizova O. V., Karasyova S. N. Improvement of the decision-making mechanism in the procedures Of program-target management of the regional innovation system..... 14

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
WATER SUPPLY, SEWER SYSTEM, CONSTRUCTION SYSTEMS OF PROTECTION
OF WATER RECOURSES (TECHNICAL)**

Бубнов А. Г., Буймова С. А., Моисеев Ю. Н. Доочистка питьевой воды различного качества бытовыми устройствами 24
Bubnov A. G., Buymova S. A., Moiseev Yu. N. Preparation of drinking water of various quality by household devices 24

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

Гринченко Б. Б., Тараканов Д. В., Баканов М. О., Никишов С. Н. Экспериментальное исследование расхода воздуха при использовании спасательных устройств 33
Grinchenko B. B., Tarakanov D. V., Bakanov M. O., Nikishov S. N. Experimental study of air flow when using the rescue device 33

Захаров Д. Ю., Шипилов Р. М., Давиденко А. С., Орлов Е. А., Волков О. Г. Определение расхода воздуха при использовании спасательного устройства с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «ПРОФИ»-М 42
Zakharov D. YU., Shipilov R. M., Davidenko A. S., Orlov E. A., Wolkov O. G. Determination of the air flow during the use of a rescue device with a respiratory device by compressed air PTS «PROFI»-M 42

Зейнетдинова О. Г., Шарабанова И. Ю., Пронин А. В., Данилов П. В., Костылев Д. Н., Романова А. Р. Оценка формирования психологической готовности обучающихся к деятельности в чрезвычайных ситуациях на основе полученных знаний..... 52
Zeinetdinova O. G., Sharabanova I. Yu., Pronin A. V., Danilov P. V., Kostylev D. N., Romanova A. R. Assessment of the formation of the psychological readiness of students to activities in emergency situations based on acquired knowledge..... 52

Карасев Е. В., Таратанов Н. А. Оценка эффективности деятельности органов дознания государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы 61
Karasev E. V., Taratanov N. A. The estimation of efficiency of activity of bodies of inquiry GPN FPS 61

Масаев С. Н., Минкин А. Н., Едимичев Д. А. Поиск рациональных решений выбора аварийно-спасательной техники для малообъемных и рассредоточенных объектов 72
Masaev S. N., Minkin A. N., Edimichev D. A. Search for rational solutions for the choice of emergency and rescue equipment for small-sized and dispersed objects..... 72

Циркина О. Г., Шарнина Л. В., Никифоров А. Л., Петров А. В., Ульева С. Н., Сорокин Д. В. Оценка пожароопасных свойств текстильных материалов из природных целлюлозных волокон 81
Tsirkina O. G., Sharnina L. V., Nikiforov A. L., Petrov A. V., Ulieva S. N., Sorokin D. V. Evaluation of the fire properties of textile materials from natural fibers 81

Ширяев Е. В. Оценка эффективности пламегашения пролива легковоспламеняющихся жидкостей в гранулированном слое подложки	89
Shiryayev E. V. Evaluation of the effectiveness of plamegate strait of flammable liquids in the granular layer of the substrate	89

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

УДК 614.84

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ**

В. А. МАШТАКОВ, Е. В. БОБРИНЕВ, О. С. МАТОРИНА, Е. Ю. УДАВЦОВА

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»,
Российская Федерация, г. Балашиха
E-mail: odpl313@yandex.ru, 8 (495) 524-81-69

В данной статье представлен обзор принципов работы Добровольной пожарной охраны (ДПО) в России и в Соединенных Штатах Америки. Описаны принципы функционирования добровольной охраны в каждом государстве, права и обязанности добровольных пожарных. Показан процесс организации деятельности добровольных пожарных, их обучения и ведения службы. Даны статистические данные об участии в тушении пожаров силами добровольной пожарной охраны за период с 2014 по 2018 года, а также их вклада в обеспечение пожарной безопасности. Приведены социальные льготы, условия медицинского страхования и компенсации оплаты труда добровольных пожарных Соединенных Штатов Америки и России. Указаны источники финансирования и ресурсное обеспечение ДПО в России и за рубежом. Рассмотрена структура ДПО в России. Статья включает в себя данные по соотношению численности добровольной пожарной охраны и сотрудников пожарной охраны зарубежных стран, а также, данные из официального реестра зарегистрированных добровольцев МЧС России. Помимо обзора льгот и компенсаторных мер, в статье приведены возможности льготного поступления в специализированные учебные заведения профессиональной подготовки МЧС России, а также, режим профессиональной деятельности и подготовки в соответствии с программами. На основе вышеизложенного материала сделаны выводы и прогнозы.

Ключевые слова: Добровольная пожарная охрана; льготы; пожар; спасенные при пожаре; Россия; США.

**RESEARCH OF ACTIVITY OF VOLUNTARY FIRE PROTECTION
IN THE RUSSIAN FEDERATION AND FOREIGN COUNTRIES**

V. A. MASHTAKOV, E. V. BOBRINEV, O. S. MATORINA, E. YU. UDAVTSOVA

All-Russian Research Institute for Fire Protection,
Russian Federation, Balashikha
E-mail: odpl313@yandex.ru, 8 (495) 524-81-69

This article provides an overview of the principles of the Voluntary fire protection (DPO) in Russia and the United States of America. The principles of functioning of voluntary protection in each state, the rights and duties of voluntary firefighters are described. The process of organization of activity of voluntary firefighters, their training and maintenance of service is shown. Statistical data on participation in fire extinguishing by voluntary fire protection forces for the period from 2014 to 2018, as well as their contribution to fire safety are given. Social benefits, conditions of medical insurance and compensation of remuneration of voluntary firefighters of the United States of America and Russia are given. The sources of financing and resource support of the DOP in Russia and abroad are indicated. The structure of DPO in Russia is considered. The article includes data on the ratio of the number of voluntary fire protection and fire protection officers of foreign countries, as well as data from the official register of registered volunteers of the Ministry of emergency situations of Russia. In addition to the review of benefits and compensatory measures, the article presents the possibility of preferential admission to specialized training institutions of the Ministry of emergency situations of Russia, as well as the regime of professional activity and training in accordance with the programs. Conclusions and forecasts are made on the basis of the above material. On the basis of the above material conclusions and forecasts are made.

Key words: Voluntary fire protection; benefits; fire; rescued in case of fire; Russia; USA.

Ежедневно средства массовой информации сообщают о происшествиях, необратимыми последствиями которых являются ущерб здоровью и жизни людей. Особенно когда речь идет о пожарах в труднодоступных и отдаленных местностях, где на счету каждая минута времени прибытия подразделений пожарной охраны. Для оказания помощи и спасения людей из отдаленных районов сельской местности необходима помощь добровольной пожарной охраны. Зарубежный многолетний опыт функционирования добровольных пожарных свидетельствует о хорошей результативности и актуальности добровольчества.

В большинстве стран основную численность пожарной охраны составляют добровольцы, так, в Германии 996 688 чел., что составляет 97% от общей численности сотрудников пожарной охраны. В США численность добровольной пожарной охраны 682 600 чел., что почти в 2 раза превышает профессиональную и составляет 65%. Во Франции добровольных пожарных – около 83% [1], а в Российской Федерации – 78% (более 940 тыс. чел.) [2] официально зарегистрированных в реестре МЧС России добровольцев (см. рис. 1).

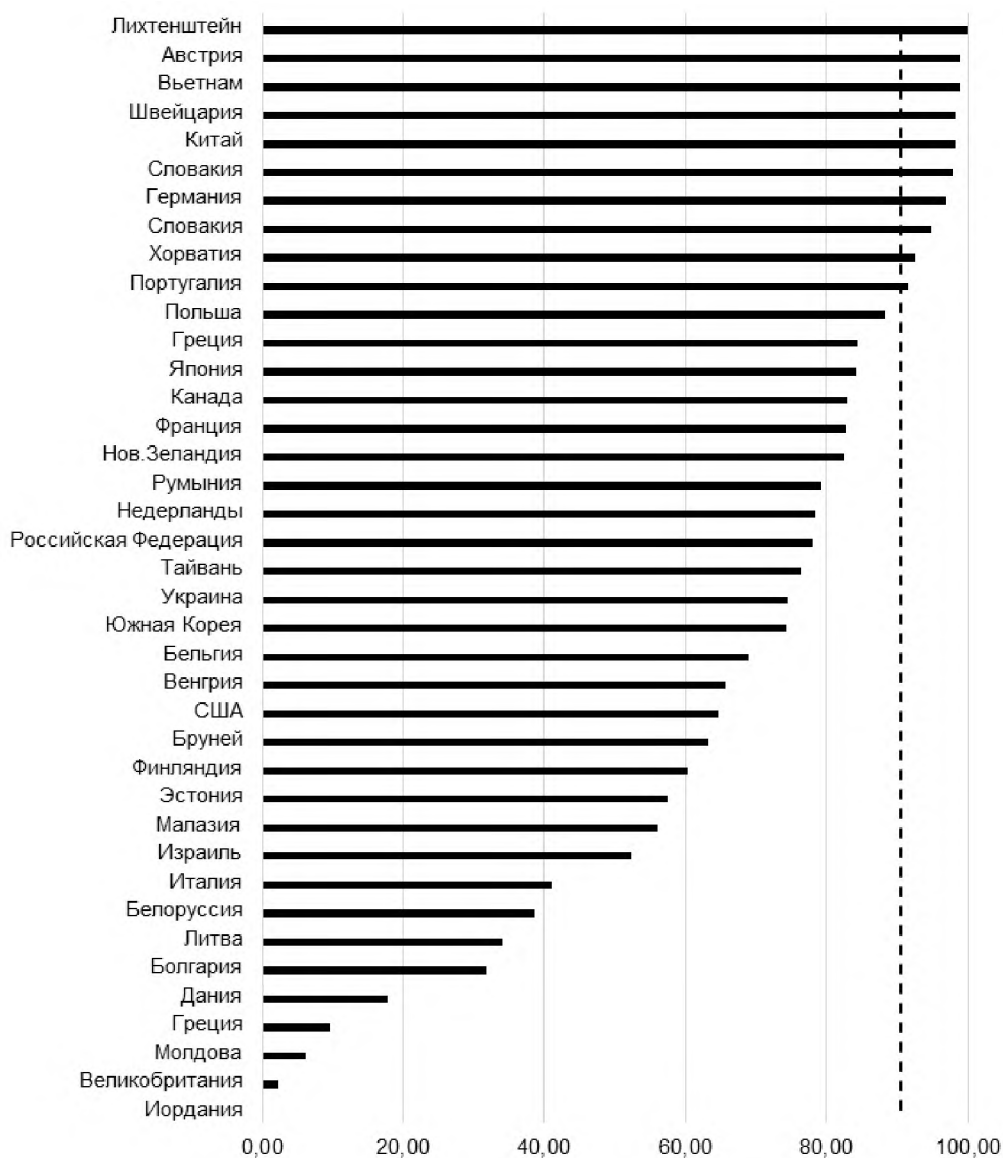


Рис. 1. Соотношение доли личного состава добровольной пожарной охраны в общем составе пожарной охраны по состоянию на 2017 г.

В качестве примера рассмотрена организация деятельности добровольной пожарной охраны США.

В данной стране не существует единых законов, регулирующих деятельность подразделений добровольной пожарной охраны на территории всей страны. Каждое подразделение пожарной охраны штата контролируется местными органами власти и имеет собственную структуру, состоящую из различных союзов и ассоциаций, подобно профессиональным пожарным и научно-техническим организациям, отвечающим за разработку и производство пожарной техники.

Национальный совет волонтеров по борьбе с пожарами (НСВБП) представляет службы пожарной и аварийной помощи на национальном уровне, обеспечивая информационно-пропагандистскую деятельность, ресурсы и программы для поддержки добровольцев. НСВБП включает в себя 49 государственных пожарных ассоциаций, таких как Ассоциация пожарных штата Нью-Йорк, которая предоставляет информацию, образование и обучение для добровольных пожарных и неотложных медицинских услуг [3].

Для членов ДПО предоставляются социальные льготы:

1) оформление пенсионных льгот после 20 лет стажа в ДПО либо 5 лет службы при наступлении возраста в 50 лет;

2) возмещение до 5000 долларов США по медицинскому обслуживанию, компенсация до 5000 долларов США на оплату детского сада для ребенка, бесплатная стоматологическая помощь;

3) дополнительный отпуск до 15 суток;

4) страхование на случай травмирования, получения инвалидности, гибели.

Установленный режим рабочей деятельности гибкий. Суточные смены 1/3 – одни сутки дежурство, трое суток – выходные дни. В среднем выходит 6–7 дежурств в месяц [4].

ДПО финансируется из государственного бюджета, который расходуется на содержание пожарных депо, обслуживание техники, покупку экипировки и обучение добровольцев.

Добровольные пожарные проходят большинство программ практической подготовки, которые предназначены для профессиональных сотрудников. Основной является программа по пожаротушению, на которой получают все необходимые знания для осуществления деятельности добровольного пожарного. После прохождения обучения добровольцы получают такие сертификаты как Firefighter I, Firefighter II,

S-130 / S-190, Emergency Medical Responder и Emergency Medical Technician. По завершению обучения, волонтеры проходят испытательный срок, по завершению которого, имеют право стать полноправным пожарным.

В Соединенных Штатах Департамент труда классифицирует добровольцев-пожарных как пожарных, которые не получают компенсацию или получают номинальную плату до 20% от компенсации, которую пожарный получит в полном размере. Однако по закону добровольным пожарным положено получать такие льготы, как компенсация рабочего времени по основному месту работы, медицинское страхование, страхование жизни, страхование по нетрудоспособности, пенсионные выгоды, награды за длительный срок и льготы по налогу на имущество. Добровольцы-пожарные получают оплату за выезды на место происшествия, каждую смену или различные требования по обслуживанию пожарного оборудования и техники, но не могут получать почасовую заработную плату.

Помимо непосредственного участия в тушении, профилактике и проведении спасательных операций, добровольные пожарные в США также участвуют в операциях, которые проводят службы спасения. Соответственно, каждый доброволец обучен навыкам оказания первой помощи.

В Российской Федерации, также как и в ряде стран, существует добровольная пожарная охрана (далее – ДПО). Несмотря на то, что добровольная организация пожарной безопасности на территории России имеет определенную историческую подоплеку, официальный документ, закрепляющий статус добровольного пожарного, был принят относительно недавно. 6 мая 2011 года Государственная Дума приняла Федеральный закон № 100-ФЗ о добровольной пожарной охране, который направлен на регулирование общественных отношений, возникающих в связи с реализацией физическими лицами и юридическими лицами права на объединение для участия в профилактике и (или) тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также в связи с созданием, деятельностью, реорганизацией и (или) ликвидацией общественных объединений пожарной охраны [5].

Структура Добровольной пожарной охраны представлена на рис. 2

Работа добровольных пожарных организаций должна соответствовать техническому регламенту, организация должна быть зарезервированной в списке регионального подразделения МЧС России.

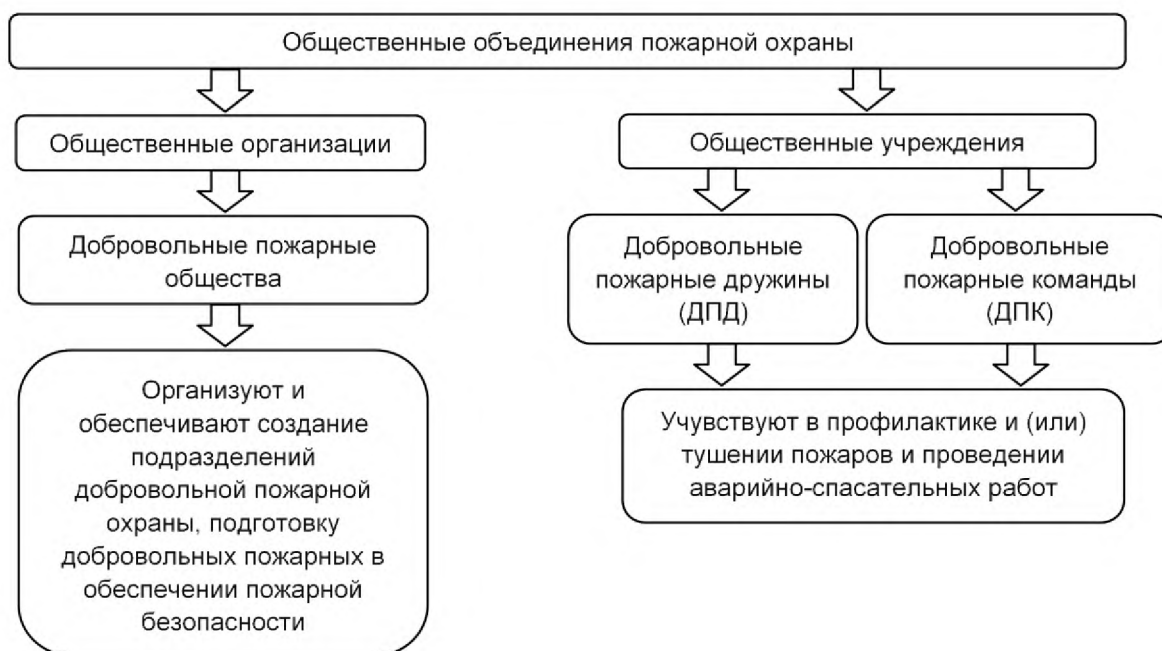


Рис. 2. Структура добровольной пожарной охраны России

Добровольная пожарная охрана представляет собой социально ориентированные общественные объединения пожарной охраны, созданные по инициативе физических и юридических лиц для участия в профилактике и тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

В соответствии с Федеральным законом от 6 мая 2011 года №100-ФЗ «О добровольной пожарной охране» ст. 9 основными задачами ДПО в области пожарной безопасности являются осуществление профилактики пожаров, спасение людей и имущества при пожарах, проведении аварийно-спасательных работ и оказание первой помощи пострадавшим, участие в тушении пожаров.

Добровольные пожарные составляют основу пожарной безопасности в труднодоступных удаленных регионах, которые находятся вне зон нормативного времени прибытия подразделения пожарной охраны. Создание в таких населенных пунктах ДПО представляется наиболее оптимальным способом обеспечения пожарной безопасности на всей территории Российской Федерации.

Добровольные пожарные характеризуются, прежде всего, как лица, являющиеся участниками общественного объединения пожарной охраны на безвозмездной основе, однако каждый член ДПО обладает определенной совокупностью прав и свобод, гарантированных государством, и обязанностей, закрепленных за статусом добровольного пожарного.

О развитии добровольной пожарной охраны в Российской Федерации говорят в первую очередь факты и статистика.

Если сравнивать данные по численности официально зарегистрированных добровольных пожарных России за предыдущие годы, то можно прийти к выводу, что численность добровольной пожарной охраны с 2013 по 2016 увеличивалась, а в 2017 г. произошло снижение численности до уровня 2015 г. (см. рис. 3) [2, 6–9].

Вне зависимости от формы добровольного подразделения добровольцы активно участвуют в ликвидации, а также предотвращении пожаров на закрепленном территориальном участке. Координатором работы данной структуры выступает орган МЧС России в регионе. В случаях введения режима чрезвычайной ситуации по пожарной обстановке подразделение ДПО участвует в обеспечении безопасности на более строгом уровне ответственности.

За период с 2014 по 2018 г. количество пожаров, потушенных силами добровольной пожарной охраны, снижается (см. рис. 4). Так, в 2014 г. было потушено 12999 пожаров, а в 2018 г. – 10231 пожаров.

За 2018 г. подразделениями пожарной охраны потушено 131690 пожаров, из них при участии добровольной пожарной охраны – 10231 (см. рис. 5), что составляет 7,34% от общего количества пожаров. Из них самостоятельно подразделениями добровольной по-

жарной охраны потушено 299 пожаров (0,21% от общего количества пожаров), совместно с подразделениями других видов пожарной охраны – 10231 (7,14% от общего количества пожаров) [10].

Динамика показателей количества спасенных на пожарах людей выглядит следующим образом (см. рис. 6) – на фоне общего

снижения количества пожаров за наблюдаемый период зафиксировано снижение количества спасенных на пожарах людей при тушении пожаров как ДПО, так и совместными действиями ДПО с другими подразделениями пожарной охраны.

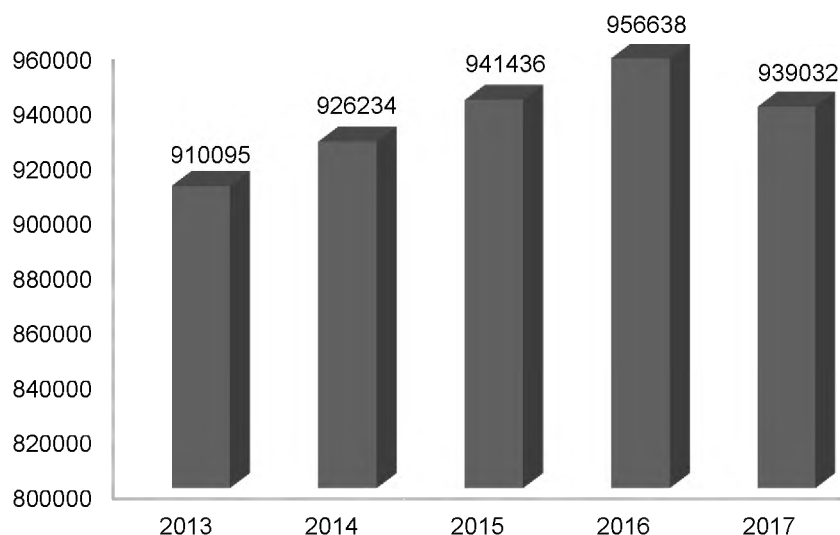


Рис. 3. Динамика изменения численности сотрудников добровольной пожарной охраны

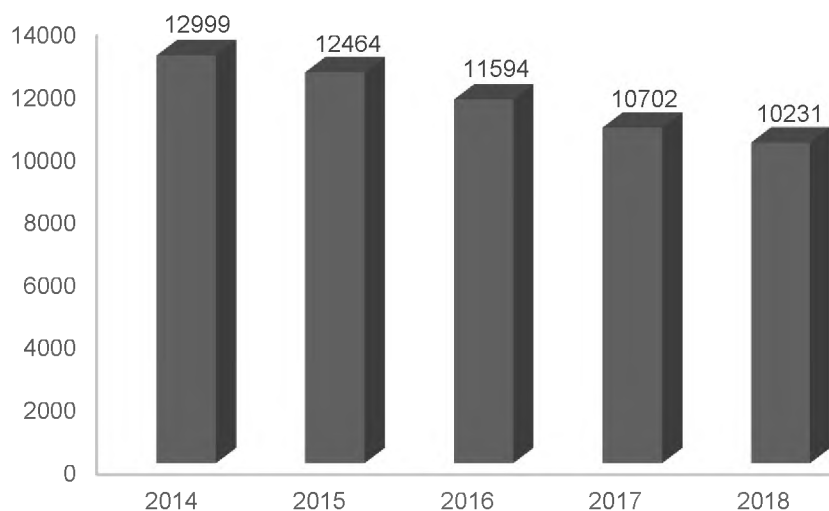


Рис. 4. Динамика количества пожаров, тушение которых осуществлялось силами добровольной пожарной охраны в 2014–2018 гг.

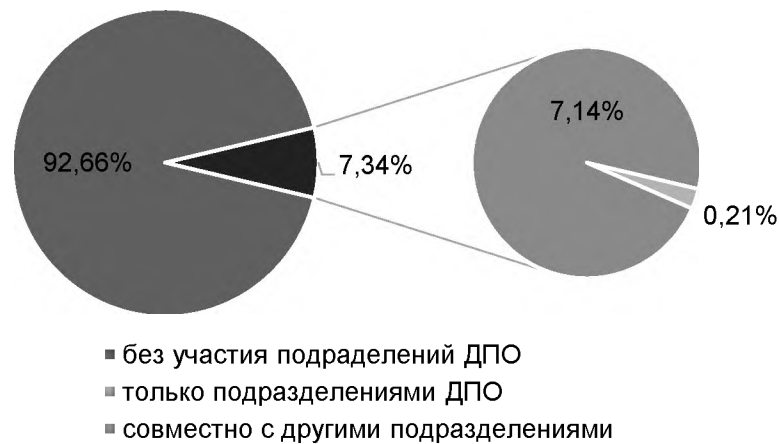


Рис. 5. Структура количества потушенных пожаров

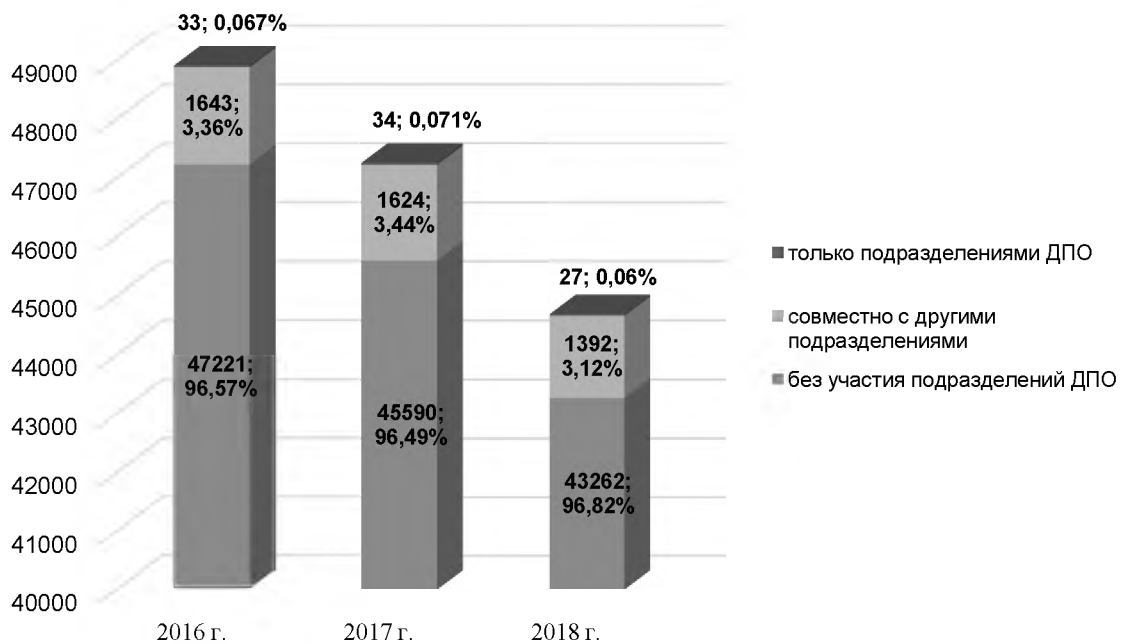


Рис. 6. Динамика количества спасенных на пожарах людей

В 2018 году только подразделениями ДПО было спасено 27 чел., совместно с другими подразделениями – 1392 чел.

Законодательно были определены права и льготы, предоставляемые добровольным пожарным. Работники ДПО имеют право на защиту жизни и здоровья, получение компенсаций ущерба, причиненного во время выполнения обязанностей. Сотрудникам ДПО осуществляются материальные выплаты за время отсутствия по месту работы и учебы, а также сохранение за ними статуса учащегося или

должности. Компенсации предусмотрены за проведение работ по участию в профилактике и тушении пожаров и в свободное от учебы либо работы время. Членам ДПО возмещаются расходы на оплату проезда и командировочные расходы, связанные с прохождением профессиональной подготовки, а также предоставляется право на поступление вне конкурса в пожарно-технические образовательные учреждения пожарным, сведения о службе которых были закреплены в реестре три года и более [11].

Финансирование личного страхования добровольных пожарных производится из бюджетных средств, которые выделяются на период осуществления деятельности добровольного пожарного.

Для организаций ДПО существуют налоговые льготы, такие как транспортный налог, бюджетная субсидия на ремонт пожарной техники, а также закупки необходимого пожарного вооружения, обмундирования, средств индивидуальной защиты.

На уровне субъектов законодательство Российской Федерации устанавливает ряд социальных гарантий и льгот для членов добровольной пожарной охраны (в том числе, поступление вне конкурса в ведомственные учебные учреждения МЧС России).

Поддержка ДПО государственными органами осуществляется за счет субсидий, выделенных из бюджета, а также пожертвований, взносов и вкладов учредителей. Также государственными органами осуществляется имущественная поддержка в виде предоставления в безвозмездное пользование публичной собственности.

Добровольная пожарная охрана в настоящее время зарекомендовала себя как один из наиболее продуктивных методов защиты сельской местности от пожаров. Необходимо постоянное совершенствование системы обучения добровольцев и их материального, социального стимулирования.

Список литературы

1. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistics. CTIF Center of Fire Statistics. Report, 2019, № 24.
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017, 360 с.
3. Волонтерская пожарная служба // URL: https://wikivisually.com/wiki/Volunteer_fire_department#United_States (дата обращения: 01.06.2019)
4. URL: <http://78.mchs.gov.ru/document/1347939> (дата обращения: 01.06.2019).
5. Федеральный закон о добровольной пожарной охране от 6 мая 2011 г. № 100-ФЗ // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113763/ (дата обращения: 01.05.2019)
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуа-

Исходя из опыта зарубежных стран, службы Добровольной пожарной охраны имеют огромную значимость в профилактике, тушении и предотвращении пожаров на территориях, удаленных от крупных населенных пунктов, городов, областных центров. Для сравнения были выбраны Соединенные Штаты Америки, поскольку данное государство, наряду с Россией, обладает внушительными территориями, большой процент которых приходится на сельскую местность.

В настоящее время наблюдается тенденция к постоянному ежегодному росту численности добровольных пожарных в реестре МЧС России, а также увеличивается количество возгораний, потушенных с участием добровольных пожарных. Наиболее важной характеристикой добровольчества является спасение жизни человека и имущества человека.

Приведенный материал дает основание полагать, что институт добровольной пожарной охраны в нашей стране становится одним из важнейших инструментов правовой политики в сфере обеспечения пожарной безопасности. Подразделения ДПО способны эффективно решать задачи спасения людей и имущества при пожарах.

ций природного и техногенного характера в 2015 году». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014, 360 с.

7. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015, 360 с.

8. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016, 360 с.

9. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2018, 360 с.

10. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: статистический сборник / под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.

11. URL: <http://16.mchs.gov.ru/press-room/news/item/2576933/> (дата обращения: 01.06.2019).

References

1. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistics. CTIF Center of Fire Statistics. Report. № 24. 2019

2. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2016». M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2017, 360 p.

3. Volunteer fire Department // URL: https://wikivisually.com/wiki/Volunteer_fire_department#United_States (date accessed: 01.06.2019)

4. URL: <http://78.mchs.gov.ru/document/1347939> (date accessed: 01.06.2019)

5. Federal law on voluntary fire protection of may 6, 2011 № 100-FZ // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113763/ (date of application: 015.05.2019)

6. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made

emergencies in 2015». M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2014, 360 p.

7. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2016». M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2015, pp. 360

8. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2017». M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2016, 360 p.

9. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2019». M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2018, 360 p.

10. Fires and fire safety in 2018: Statistical collection. Under the General editorship of D. M. Gordienko. M.: VNI IPO, 2019. 125 p.

11. URL: <http://16.mchs.gov.ru/press-room/news/item/2576933/> (accessed: 01.06.2019)

Сведения об авторах

Маштаков Владислав Александрович
ФГБУ ВНИИПО МЧС России,
Российская Федерация, г. Балашиха
заместитель начальника отдела 1.3 НИЦ ОУП ПБ
Mashtakov Vladislav Alexandrovich
FGBU VNI IPO of EMERCOM of Russia
Russia, Moscow region, Balashiha, VNI IPO microdistrict, d. 12
deputy head of Department 1.3 SIC OUP PB

Бобринев Евгений Васильевич
кандидат биологических наук
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Московская область, г. Балашиха, микрорайон ВНИИПО, д.12
ведущий научный сотрудник отдела 1.3 НИЦ ОУП ПБ
Bobrinev Evgeny Vasilievich
candidate of biology
Fgbu VNI IPO of EMERCOM of Russia
Russia, Moscow region, Balashiha, VNI IPO microdistrict, d. 12
leading researcher of 1.3 SIC OUP PB

Удавцова Елена Юрьевна
кандидат технических наук
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Московская область, г. Балашиха, микрорайон ВНИИПО, д.12
старший научный сотрудник отдела 1.3 НИЦ ОУП ПБ
Udatsova Elena Yurievna
candidate of technical Sciences

Fgbu VNIIPО of EMERCOM of Russia
Russia, Moscow region, Balashiha, VNIIPО microdistrict, d. 12
senior researcher of 1.3 SIC OUP PB

Маторина Ольга Сергеевна
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Московская область, г. Балашиха, микрорайон ВНИИПО, д.12
старший научный сотрудник отдела 1.3 НИЦ ОУП ПБ

Matorina Olga Sergeevna
Fgbu VNIIPО of EMERCOM of Russia
Russia, Moscow region, Balashiha, VNIIPО microdistrict, d. 12
senior researcher of 1.3 SIC OUP PB
E-mail: odpl313@yandex.ru
8 (495) 524-81-69

УДК 005.22

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕДУРАХ ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

А. А. ХОМЯКОВА¹, О. В. СИЗОВА¹, С. Н. КАРАСЕВА²

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
E-mail: xomakova@mail.ru

В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку теоретических аспектов совершенствования программно-целевого управления региональной инновационной системой в условиях формирования цифровой среды. В качестве одной из острых проблем функционирования региональной инновационной системы выделен недостаточный уровень информационного обеспечения процессов принятия решений об инновационном развитии. В статье охарактеризован состав задач информационной системы управления региональной инновационной системы, направленных на обеспечение эффективного взаимодействия между научными организациями, инновационно-активными предприятиями и органами государственного управления региональной инновационной системой.

Рассмотрены особенности программно-целевого управления региональной инновационной системой, выделены процедуры программно-целевого управления в условиях цифровой трансформации. Сформирована функциональная модель программно-целевого управления региональной инновационной системы, функциональное содержание которой составляют процедуры программно-целевого управления, а ресурсное обеспечение представлено элементами региональной инновационной системы.

В качестве эффективного способа совершенствования механизма принятия решений в процедурах программно-целевого управления региональной инновационной системой предложено внедрение региональной информационной системы. Выделен ряд вариантов использования информационной системы региональной инновационной системы, охарактеризовано взаимодействие пользователей и информационной системы.

Ключевые слова: система, системный анализ, региональная инновационная система, программно-целевое управление, информационная система, функциональная модель.

IMPROVEMENT OF THE DECISION-MAKING MECHANISM IN THE PROCEDURES OF PROGRAM-TARGET MANAGEMENT OF THE REGIONAL INNOVATION SYSTEM

A. A. HOMYAKOVA¹, O. V. SIZOVA¹, S. N. KARASYOVA²

¹Ivanovo State University of Chemistry and Technology,
Russian Federation, Ivanovo

²Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: xomakova@mail.ru

The article presents the results of the development of theoretical aspects of improving the program-targeted management of the regional innovation system in the formation of a digital environment. An acute problem of the functioning of a regional innovation system is the insufficient level of information support for decision-making processes about innovation development. The article describes the composition of the tasks of the management information system of a regional innovation system in terms of its elements. The main task of management is effective interaction between scientific organizations, innovation-active enterprises and government bodies of the regional innovation system.

The features of program-targeted management of the regional innovation system are considered, the procedures of program-targeted management in the conditions of digital transformation are highlighted. The functional model of the program-oriented management of the regional innovation system has been formed. The model includes procedures for program-targeted management, resource provision is represented by elements of a regional innovation system.

As an effective way to improve the decision-making mechanism in the procedures of the program-targeted management of the regional innovation system, the introduction of a regional information system has been proposed. The interaction of users and the information system is described.

Keywords: system, system analysis, regional innovation system, program-target management, information system, functional model.

Введение. Социально-экономическая система любого региона в современных условиях испытывает усиливающееся влияние роли инноваций в составе факторов экономического роста: вектор развития Российской Федерации направлен на формирование новой технологической базы, основанной на использовании новейших достижений в области биотехнологий, информатики и нанотехнологий, на внедрение новых методов организации производства и труда, с роботизацией, цифровизацией и компьютеризацией управления бизнес-процессами. В целях анализа, локализация инновационных факторов развития на уровне региона происходит в рамках такого структурного элемента региональной социально-экономической системы, как региональная инновационная система (далее – РИС).

Степень эффективности управления конкретной инновационной системой напрямую зависит от механизма принятия решений, а именно от совокупности элементов системы управления РИС, обеспечивающих поиск, переработку, хранение и использование информации в целях разработки альтернативных вариантов управленческих решений, выбора наилучшей из альтернатив и дальнейшей реализации принятого управленческого решения. Одной из острых проблем создания и развития региональной инновационной системы, является недостаточный уровень информационного обеспечения процессов принятия решений об инновационном развитии [1]. В связи с этим актуальной задачей сегодня является совершенствование механизмов управления РИС посредством разработки информационной системы поддержки принятия решений об инновационном развитии региона, решающей задачи организации рациональных информационных потоков в сфере научно-технической и инновационной деятельности.

Целью проводимого исследования является разработка теоретических аспектов совершенствования программно-целевого управления региональной инновационной си-

стемой в условиях формирования цифровой среды.

Понятие и состав элементов региональной инновационной системы. В рамках проводимого нами исследования для формирования модели управления региональной инновационной системой за основу принято определение, предложенное А.Г. Кайгородовым [2]. Региональная инновационная система рассматривается как совокупность научно-образовательных, финансово-экономических, технико-технологических, информационных, социальных и других субъектов инновационной деятельности на территории конкретного региона и включает в себя следующие элементы:

- Блок НИОКР, сформированный региональным центром научных исследований и разработок, научно-исследовательскими организациями и подразделениями НИОКР в рамках предприятий и организаций реального сектора экономики;

- Блок трансфера инноваций, включающий в себя региональный центр трансфера инноваций и центры трансфера инноваций в рамках научных организаций;

- Блок финансово-экономического обеспечения, объединяющий региональный фонд финансирования инновационных проектов, региональный фонд финансирования научных исследований, региональные венчурные фонды и ПИФы, а также финансово-кредитные учреждения;

- Блок государственного управления;

- Блок инновационного производства, сформированный инновационно-активными предприятиями, а также, при наличии инновационного кластера его резидентами.

Цели функционирования региональной инновационной системы касаются создания необходимых условий для масштабного технологического обновления производства на основе передовых научно-технических разработок и включают формирование конкурентоспособного национального сектора исследований и разработок, обеспечивающего переход экономики на инновационный путь развития;

формирование у хозяйствующих субъектов модели инновационного поведения; поддержка процессов создания и распространения инноваций во всех отраслях экономики.

Как объект управления РИС характеризуется следующими признаками:

1. Наличие большого количества взаимосвязанных элементов, взаимодействующих между собой.

2. Сложность выполняемой функции для достижения цели функционирования, основанной на достижении группы промежуточных целей.

3. Наличие множества целевых задач, построенных на единой модели предметной области.

4. Наличие гибкой структуры управления, качество которой во многом зависит от степени централизации, изменяемой в зависимости от сложности, вида, объема решаемых задач.

5. Наличие большого числа информационных потоков, обрабатываемых гетерогенными информационными системами, в большинстве своем не взаимодействующими между собой, позволяющими получать и обрабатывать информацию как от внешней среды, так и от элементов региональной инновационной системы, на основании которой можно выработать управленческое решение.

6. Функционирование под воздействием большого числа случайных факторов, взаимодействие с внешней средой, в процессе которого могут происходить отклонения от нормального режима работы вследствие возмущающих факторов, возникающих как внутри системы, так и за ее пределами.

Учитывая указанные характеристики объекта, в качестве одного из эффективных подходов к управлению можно рассматривать программно-целевое управление. В качестве предпосылок и условий выбора и использования программно-целевого управления обычно называют [3]:

– наличие в системе сложных, значимых и приоритетных по срокам задач и проблем, требующих безотлагательного решения, комплексного подхода и согласованной деятельности разных субъектов и уровней управления внутри системы;

– объективно межфункциональный характер этих проблем, требующий координации усилий и ресурсов с выходом за рамки существующих ведомственных структур, и требующий участия субъектов власти и управления более высоких уровней;

– необходимость концентрации всех ресурсов, требующихся для решения проблемы, их разумного распределения и использования в условиях финансовой нестабильности.

Как справедливо отмечает А. И. Закинчак [4], в современных условиях органы управления регионального уровня не имеют возможности напрямую регулировать деятельность большей части хозяйствующих субъектов на территории региона. Эту проблему позволяет разрешить программный подход, осуществляемый этапами, с параллельным, «сквозным» анализом сложившихся условий и возможностей, с разворачиванием их по многим направлениям.

Процедуры программно-целевого управления в процессах принятия решений в управлении региональной инновационной системой. В основе реализации программно-целевого подхода к управлению лежит разработка целевой программы. Целевая программа – стратегический документ, который содержит комплекс различных мероприятий, взаимосвязанных по содержанию и используемым ресурсам и направленный на достижение целей в решении задач социального, экономического, культурного, инновационного характера, а также безопасности страны в целом. Состав этапов процесса программно-целевого управления РИС проиллюстрирован на рис. 1.

Важно подчеркнуть, что в реализации мероприятий целевых программ развития региональной инновационной системы участвуют представители различных блоков РИС. Так, научно-исследовательские организации и подразделения НИОКР хозяйствующих субъектов, осуществляя научные исследования, формируют предложение новаций, представляющее практический интерес для инновационно активных предприятий. В свою очередь предприятия, заинтересованные в проведении научных исследований могут инициировать заявки на их проведение в рамках коммерческого трансфера инноваций. Связующим звеном между этими блоками РИС является Блок трансфера инноваций, формирующий базу данных о спросе и предложении в сфере НИОКР. Однако в ходе проведенного исследования выявлено, что, несмотря на всё «богатство» сформированных в ряде исследованных регионов инновационных инфраструктур, пока не удаётся обеспечить кардинального технологического прорыва. Одной из причин данного положения является отсутствие налаженной системы взаимосвязи научной, инновационной и производственной деятельности.

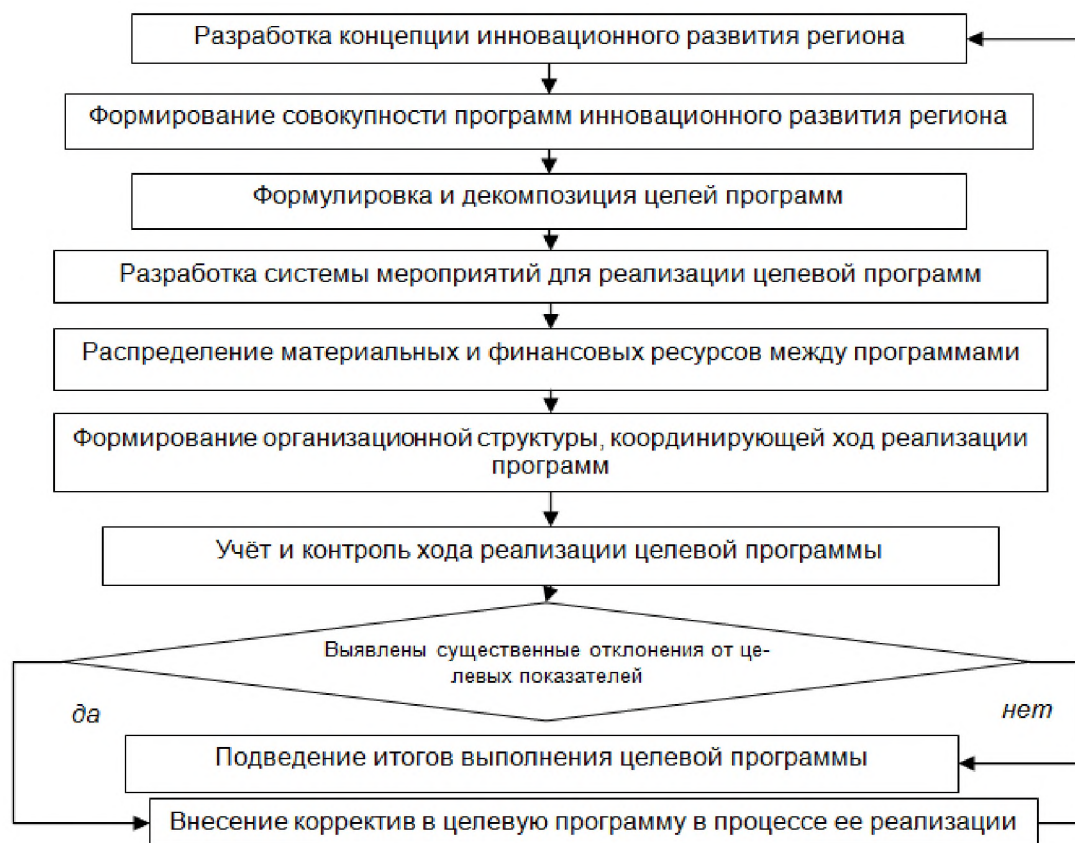


Рис. 1. Состав этапов процесса программно-целевого управления региональной инновационной системой

По нашему мнению, функцию координации взаимодействия различных элементов РИС наиболее эффективно и целенаправленно могут выполнять региональные органы власти в формате программно-целевого управления. Однако, многие управленческие процедуры, связанные с формированием концепции и системы целей инновационного развития региона, инициацией научных исследований и активизацией внедрения их результатов в деятельности хозяйствующих субъектов, а также с оценкой достижения целевых показателей программ, не автоматизированы. В то же время происходящая сегодня цифровая трансформация государственного управления актуализирует задачу формирования цифровой среды управления РИС, в рамках которой процесс программно-целевого управления должен включать ряд этапов, связанных с формированием и использованием базы данных о спросе и предложении НИОКР, а также о реализуемых инновационных мероприятиях (рис. 2).

Цифровая трансформация процедур программно-целевого управления региональной инновационной системой. Информационная система, предназначенная для

управления региональной инновационной системой, должна строиться как иерархическая, территориально-распределенная система, содержащая информацию, интегрированную по предметным областям, по функциональным направлениям использования и по уровням административно-территориального деления региона на основе общеметодологических подходов и организационных принципов инновационной системы, согласованной на уровне программно-технических средств и информационно-лингвистической совместимости и взаимодействия [5].

Цифровая среда управления РИС должна автоматизировать осуществление следующих взаимосвязанных процедур:

1. Формулирование целей функционирования региональной инновационной системы.
2. Формирование мероприятий целевых программ.
3. Распределение ресурсов между программами.
4. Контроль результативности реализации целевых программ функционирования региональной инновационной системы.

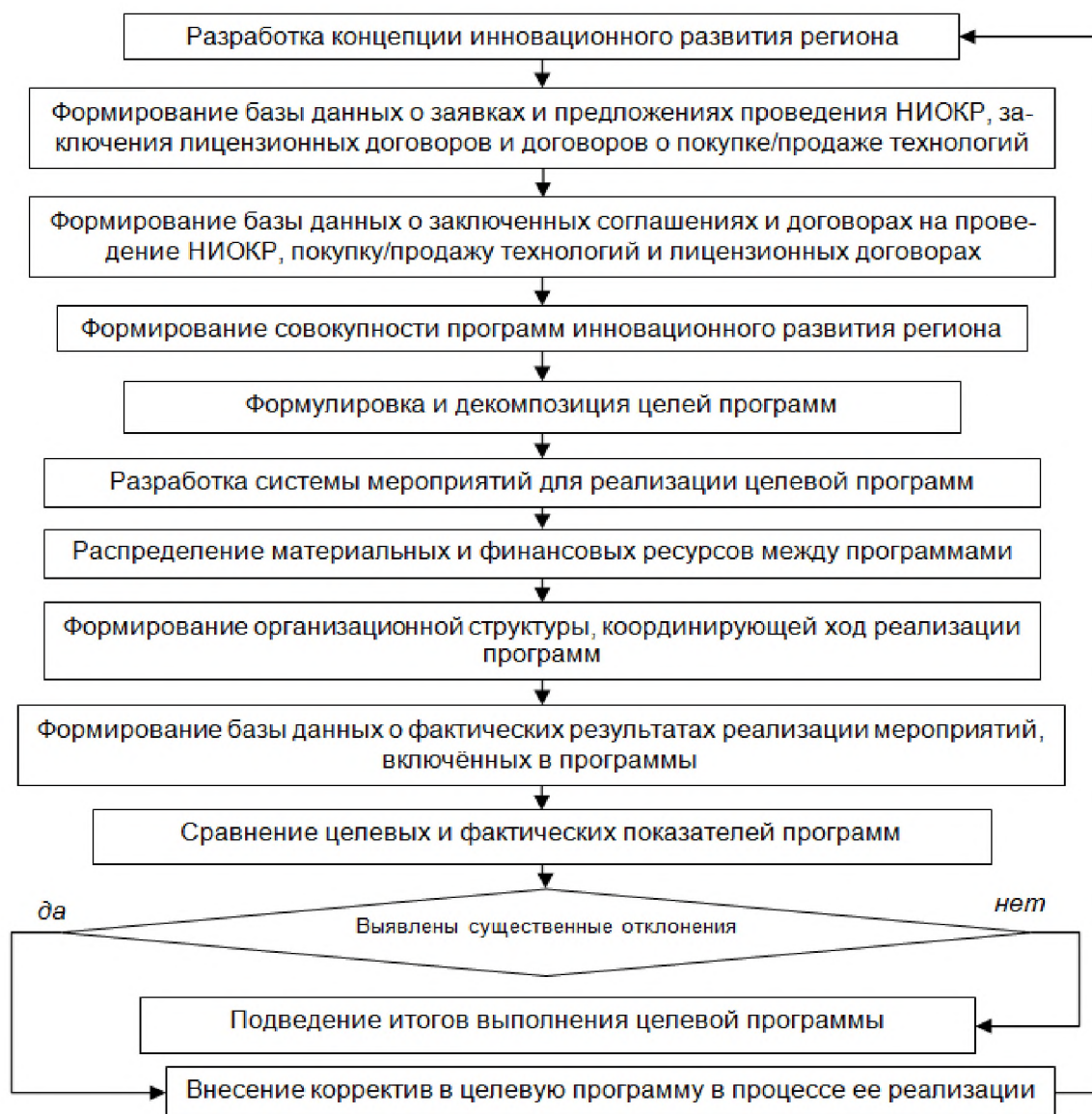


Рис. 2. Состав этапов процесса программно-целевого управления региональной инновационной системой в условиях цифровой среды

Указанные процедуры формируют содержание модели программно-целевого управления региональной инновационной системой (рис. 3), функциональное содержание которой составляют процедуры программно-целевого управления, а ресурсное обеспечение представлено элементами региональной инновационной системы.

Для построения функциональной модели процесса программно-целевого управления региональной инновационной системой использована нотация моделирования IDEF0 – методология функционального моделирования, позволяющая описать процесс программно-

но-целевого управления в виде иерархической системы взаимосвязанных функций [6].

В рамках настоящего исследования нами проведена разработка спецификации информационной системы управления РИС, способной автоматизировать управленческие процедуры, реализуемые органами государственной власти в целях координации взаимодействия научно-исследовательских организаций, инновационно активных предприятий и регионального центра управления РИС.

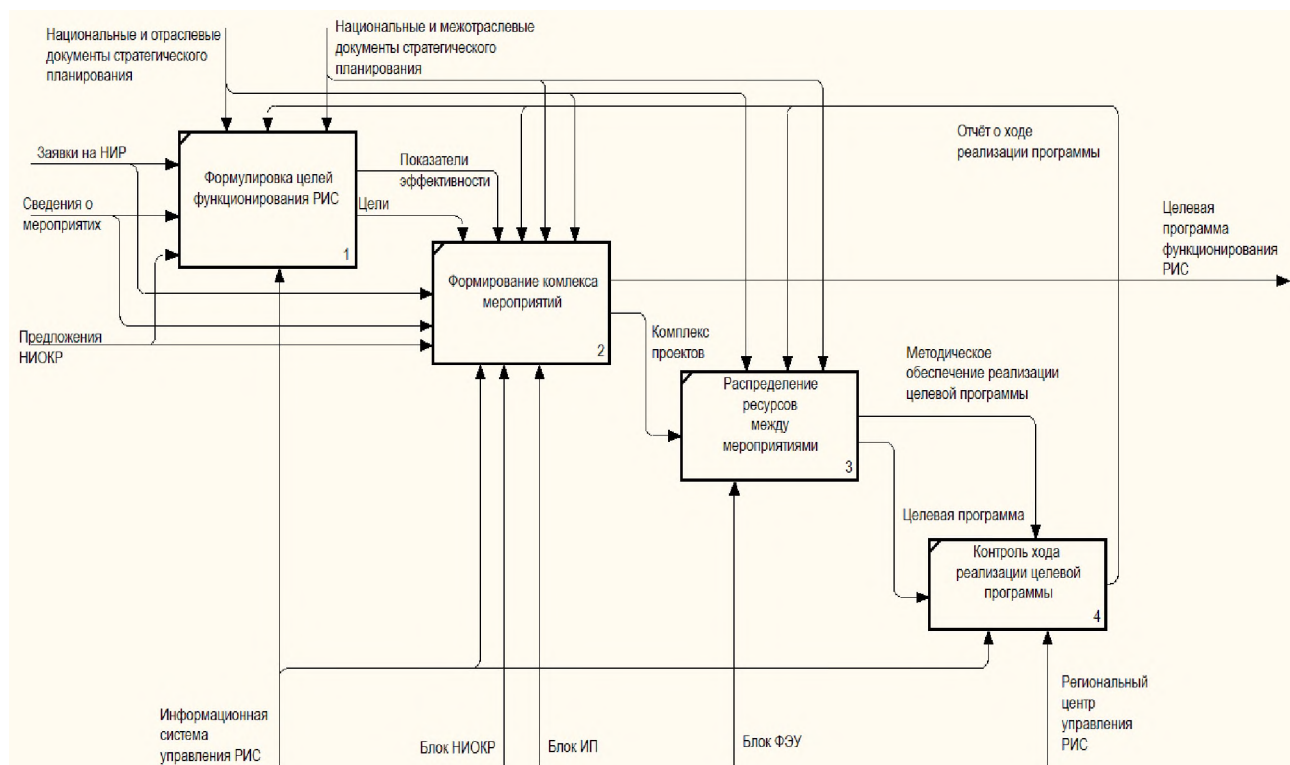


Рис. 3. Функциональная модель процесса управления региональной инновационной системой¹

Научно-исследовательские организации и инновационно активные предприятия РИС используют информационную систему для поиска контрагентов (рис. 4). При этом в информационной системе управления РИС формируется база данных о предложениях о заключении договоров на проведение НИОКР, база данных о заключённых договорах и реализуемых мероприятиях, база данных о фактических результатах реализуемых мероприятий, а также автоматизировано осуществляется информированием зарегистрированных пользователей о наличии потенциальных контрагентов.

Хозяйствующие субъекты и научные организации размещают в информационной системе информацию (коммерческие предложения) в форме публичной оферты на заключение договоров о проведении НИОКР, лицензионных договоров, договоров о покупке/продаже технологий. Кроме того, хозяйствующие субъекты и научные организации, заключившие договора и реализующие мероприятия, с установленной периодичностью заполняют в информационной системе сведения о фактических показателях реализации мероприятий.

Региональные органы государственной власти (Региональный центр управления РИС) используют информационную систему управления РИС для формирования системы целей функционирования РИС, формирования региональной информационной базы о реализуемых мероприятиях и оценки их результативности (рис. 5).

Оценка результативности региональной целевой программы функционирования РИС имеет целью обеспечить пользователей контрольной информацией, необходимой для принятия решений о необходимости корректировки параметров целевых программ. Отчёт о составе и результатах реализации мероприятий региональной целевой программы позволяет лицу, принимающему решения, сделать обоснованный выбор в пользу наиболее перспективных мер. Алгоритм сравнения целевых и фактических показателей результативности мероприятий, положенный в основу обработки имеющихся данных, основан на методе поиска альтернативы с заданными свойствами.

¹Модель построена в среде ERwin

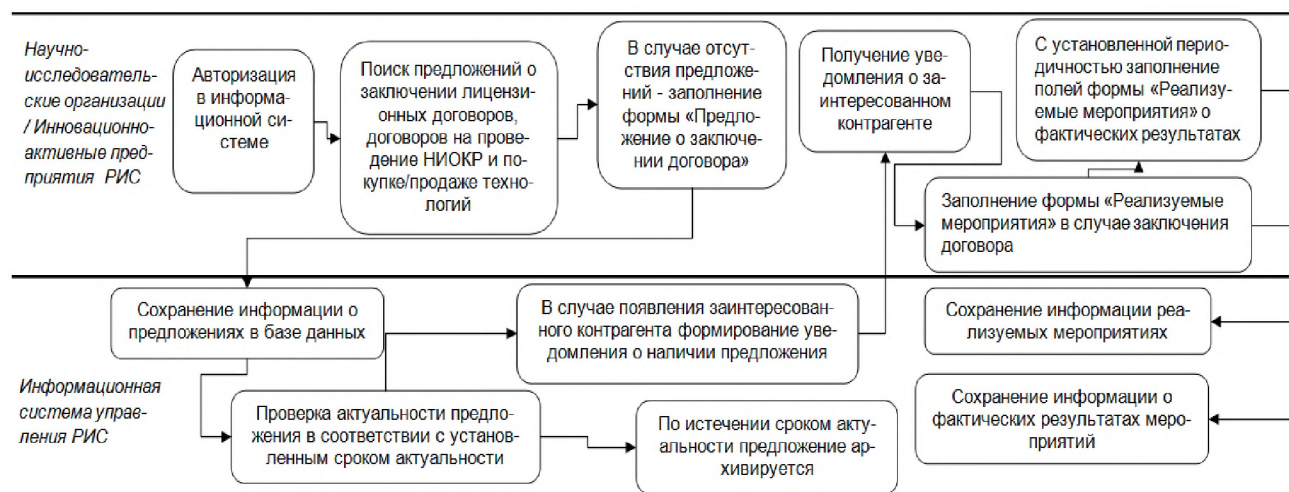


Рис. 4. Взаимодействие научно-исследовательских организаций и инновационно активных предприятий с информационной системой управления РИС



Рис. 5. Взаимодействия органов государственного управления с информационной системой управления РИС

Данный метод многокритериального выбора относится к случаю, когда заранее могут быть указаны значения частных критериев (целевых показателей). Задача состоит в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим показателям, либо, установив, что такая альтернатива во множестве отсутствует, найти в альтернативу, которая подходит к поставленным целям ближе всего.

Пусть x – некоторая альтернатива из множества X . Считается, что для всех x может быть задана функция $q(x)$, которая называется критерием (критерием качества, целевой функцией, функцией предпочтения, функцией полезности) и обладает тем свойством, что если альтернатива x_1 предпочтительнее x_2 (будем обозначать это $x_1 > x_2$), то $q(x_1) > q(x_2)$ и наоборот.

Если теперь сделать еще одно важное предположение, что выбор любой альтернативы приводит к однозначно известным последствиям (т.е. считать, что выбор осуществляет-

ся в условиях определенности) и заданный критерий $q(x)$ численно выражает оценку этих последствий, то наилучшей альтернативой x^* является, естественно, та, которая обладает наибольшим значением критерия $x^* = \operatorname{argmax}\{q(x)\}$.

Задав целевые значения (опорные точки) q_i^* , мы начинаем приближаться к цели по некоторой траектории в пространстве. Это достигается введением числовой меры близости между очередной альтернативой x и целью x^* , т.е. между векторами $q(x) = [q_1(x) < \dots < q_p(x)]$ и $q^*(x) = [q_1^*(x) < \dots < q_p^*(x)]$.

Данную близость определяем, рассчитывая расстояние:

$$d_k(q, q^*) = \left(\sum w_i |q_i(x) - q_i^*|^k \right)^{1/k}$$

где w_i – коэффициенты, приводящие слагаемые к одинаковой размерности и одновременно учитывающие разноважность критериев.

Чем меньше расстояние, тем более оптимальным является мероприятие.

Таким образом, информационная система управления РИС должна включать в себя набор модулей разграниченного доступа для пользователей блоков НИОКР, инноваци-

онного производства и государственного регулирования.

Архитектура информационной системы, включающая подсистемы основных участников взаимодействия, представлена на рис. 6.

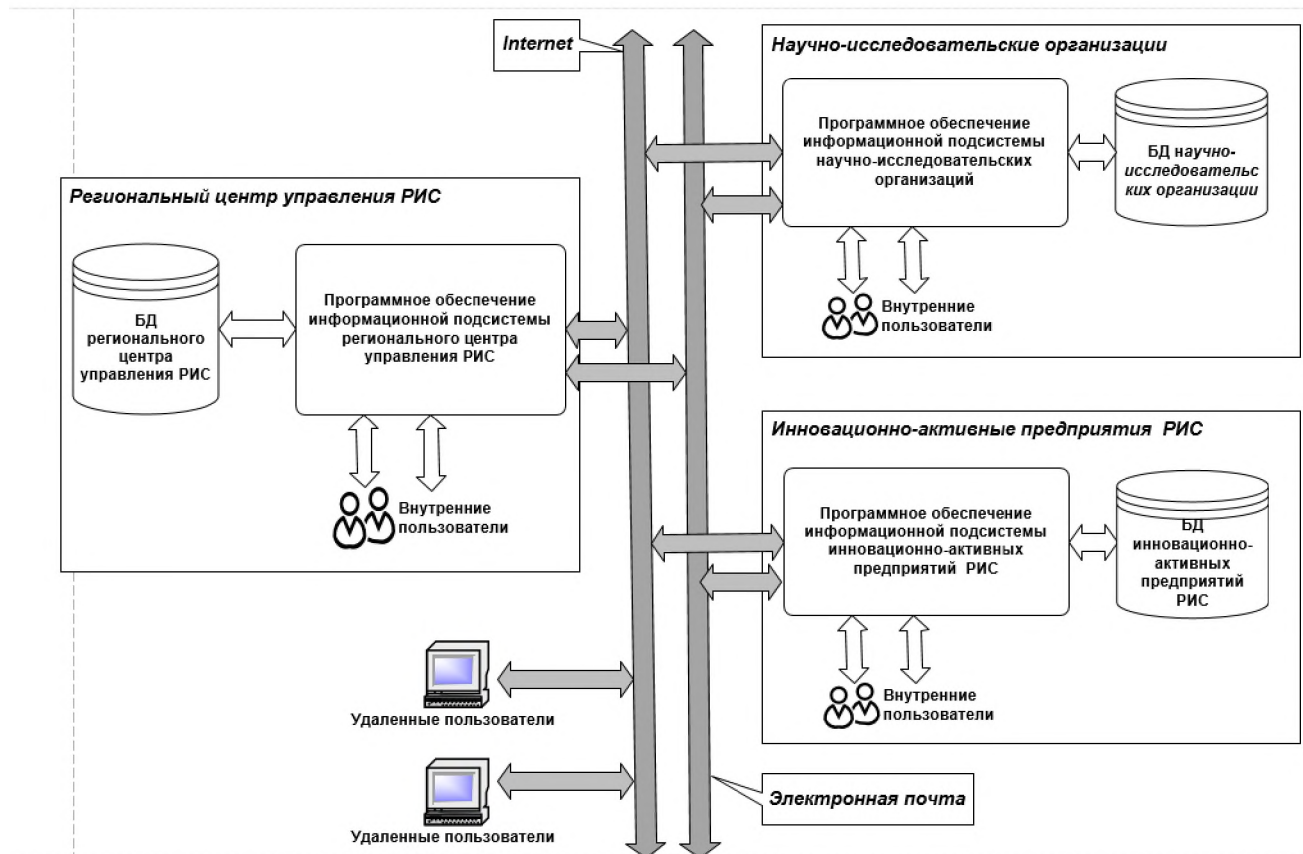


Рис. 6. Архитектура информационной системы управления РИС

Выводы. Таким образом, эффективное программно-целевое управление региональной инновационной системой должно основываться на привлечении большого количества различных элементов региональной инновационной инфраструктуры. При этом решающую роль играет создание условий для формирования и поддержания продуктивных взаимосвязей между этими элементами, что может быть практически реализовано с помощью внедрения региональной информацион-

ной системы, обеспечивающей взаимодействие между научными организациями, инновационно активными предприятиями и органами государственного регулирования. Степень эффективности такого взаимодействия будет напрямую зависеть от способности информационной системы обеспечить все взаимодействующие в РИС элементы достаточной и актуальной информацией.

Список литературы

1. Абрамова Е. А. Цифровая экономика как ключевой фактор эффективного управления современными бизнес-процессами // Известия высших учебных заведений. Серия:

Экономика, финансы и управление производством. 2018. №4 (38). С.56–60.

2. Кайгородов А. Г., Грачёва М. Л. Организационно-экономическое обеспечение трансфера в инновационной деятельности // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2016. № 3 (47). С. 92–99.

3. Галиахметов Р. А., Пушина Н. Н. Совершенствование системы исполнительной власти региона по управлению реальным сектором экономики на основе программно-целевого управления // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. 2018. Т. 21. № 4. С. 120–123.

4. Горина С. В., Закинчак А. И. Комплексный подход к формированию инвестиционной и социальной политики региона // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. № 1 (49). С. 19–26.

5. Иода Е. В. Роль информационного обеспечения в управлении региональной инновационной системой // Социально-экономические явления и процессы. 2012 № 12. С. 92–99.

6. Методология функционального моделирования IDEF0. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 69 с.

References

1. Abramova E. A. Cifrovaya ekonomika kak klyuchevoj faktor effektivnogo upravleniya sovmennymi biznes-processami [Digital economy as a key factor in effective management of modern business processes]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Seriya: Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom*, 2018, vol. 4(38), pp. 56–60.

2. Kajgorodov A. G., Grachyova M. L. Organizacionno-ekonomicheskoe obespechenie

transfera v innovacionnoj deyatel'nosti [Organizational and economic support of transfer in innovation activity]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie*, 2016, vol. 3(47), pp. 92–99.

3. Galiahetov R. A., Pushina N. N. Sovershenstvovanie sistemy ispolnitel'noj vlasti regiona po upravleniyu real'nym sektorom ekonomiki na osnove programmno-celevogo upravleniya [Improving the system of executive power in the region for managing the real sector of the economy on the basis of program-targeted management]. *Vestnik IzhGTU im. M. T. Kalashnikova*, 2018, vol. 21, issue 4, pp. 120–123.

4. Gorinova S. V., Zakinchak A. I. Kompleksnyj podhod k formirovaniyu investicionnoj i social'noj politiki regiona [An integrated approach to the formation of investment and social policy of the region]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie*, 2017, vol. 1(49), pp. 19–26.

5. Ioda E. V. Rol' informacionnogo obespecheniya v upravlenii regional'noj innovacionnoj sistemoy [The role of information support in the management of regional innovation system]. *Social'no-ekonomicheskie yavleniya i process*, 2012, issue 12, pp. 92–99.

6. Metodologiya funkcional'nogo modelirovaniya IDEF0 [Methodology of functional modeling IDEF0]. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000, 69 p.

Карасёва Светлана Николаевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, старший преподаватель-методист адъюнктуры
E-mail:svetlana_karaseva_77@mail.ru

Karasjova Svetlana Nikolaevna

Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russian Federation, Ivanovo
PhD in of Technical Sciences, senior teacher-methodologist of Adjunct
E-mail:svetlana_karaseva_77@mail.ru

Сизова Ольга Владимировна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат технических наук, доцент

Sizova Olga Vladimirovna

PhD in of Technical Sciences, associate Professor of Department of Information Technology and the Digital Economy
Ivanovo State University of Chemical and Technology
Russian Federation, Ivanovo

Хомякова Анна Александровна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат экономических наук, доцент

E-mail: xomakova@mail.ru

Номукова Анна Александровна

PhD in Economics, associate Professor of Department of Information Technology and the Digital Economy

Ivanovo State University of Chemical and Technology

Russian Federation, Ivanovo

E-mail: xomakova@mail.ru

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ,
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
WATER SUPPLY, SEWER SYSTEM, CONSTRUCTION SYSTEMS OF PROTECTION
OF WATER RECOURSES (TECHNICAL)**

УДК 613.263:631.22

**ДООЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАЗЛИЧНОГО КАЧЕСТВА
БЫТОВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ**

А. Г. БУБНОВ^{1,2}, С. А. БУЙМОВА², Ю. Н. МОИСЕЕВ¹

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

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново
bubag@mail.ru, byumova@mail.ru, fireman13@mail.ru

В работе представлены результаты химического анализа (обобщённые показатели, содержание металлов и неорганических веществ в воде) образцов воды питьевой, отобранной из водопровода г. Иваново, прошедшей дополнительную обработку с помощью бытовых установок «Изумруд», «Гейзер 3 ИВЖ Люкс», «ZepterAqueena», «Аквафор В100-8», «Гейзер Престиж». Причём степень и эффективность устранения одного и того же компонента отличаются при использовании различных устройств. Наибольшая степень очистки воды достигается при применении установок, основанных на обратном осмосе. Средняя эффективность очистки воды характерна для устройств, основанных на ионообменном действии и только механической очистке. Наименее эффективным при подготовке водопроводной воды является применение устройств использующих электрохимические методы обработки (воздействие электрического тока с последующим осаждением примесей).

Ключевые слова: степень очистки, качество воды, доочистка, фильтрующая установка.

**PREPARATION OF DRINKING WATER OF VARIOUS QUALITY
BY HOUSEHOLD DEVICES**

A. G. BUBNOV^{1,2}, S. A. BUIMOVA², YU. N. MOISEEV¹

¹Federal 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

²Ivanovo State University of Chemistry and Technology,
Russian Federation, Ivanovo
bubag@mail.ru, byumova@mail.ru, fireman13@mail.ru

The paper presents the results of chemical analysis (generalized indicators, metal content and inorganic substances in water) drinking water samples, selected from the aqueduct, Ivanovo, further processed using domestic plants «Emerald», «Geyser 3 IVZH Lux», «ZepterAqueena», «Aquaphor B100-8», «Geyser Prestige». Moreover, the degree and effectiveness of eliminating the same component differ when using different devices. The highest degree of water purification is achieved with the use of installations based on reverse osmosis. The average efficiency of water purification is typical for devices based on ion-exchange action and only mechanical cleaning. The least effective in the preparation of tap water is the use of devices using electrochemical treatment methods (the influence of electric current with the subsequent deposition of impurities).

Key words: degree of purification, water quality, post-treatment, filtering plant.

Введение

Питьевая вода является важнейшим продуктом в рационе питания человека и ежедневно потребляется всеми группами детского и взрослого населения России. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства [1].

В большинстве населённых пунктов РФ водозабор осуществляется из поверхностных водоёмов, при этом в некоторых населённых пунктах наблюдается неблагоприятное состояние источников централизованного водоснабжения. Во многих городах это связано с наличием устаревшего оборудования для очистки и обеззараживания воды или их отсутствием. Поэтому очевидна актуальность дополнительной очистки питьевой воды в домашних условиях [2], [3]. Вместе с тем, выбор подобных устройств на потребительском уровне представляет из себя далеко не тривиальную задачу. Поскольку, как правило, поставщики централизованной водопроводной воды, хотя и гарантируют её соответствие обязательным санитарно-эпидемиологическим нормам (например, предельно-допустимым концентрациям), ничего не говорят и не сообщают о том, какая вода по качеству в том или ином регионе, необходимо ли эту воду дополнительно очищать и, если необходимо, насколько экономически целесообразно использование тех или иных бытовых устройств для доочистки, использующих разные физико-химические подходы.

Цель работы

Определение степени очистки питьевой воды, отобранной из водопровода г. Иваново, с использованием различных бытовых установок, использующих соответственно различные физико-химические подходы к очистке и входящих в разные ценовые категории.

Объектом исследования в работе были пробы водопроводной г. Иваново (просп. Шереметьевский и район 3-й городской больницы, источником которых является поверхностный водозабор, находящийся в микрорайоне города м. Авдотьино), а также пробы воды, отобранные в юго-восточной части на просп. Строителей (источник водоснабжения этой части города – подземный водозабор (скважина) в м. Горино). Все пробы отбирались в наихудший для качества воды переходный период времени года (осенью и весной).

Контроль качества воды осуществлялся по следующим критериям качества:

– Органолептическим показателям (запах, привкус, цветность, мутность);

– обобщённым показателям (рН, ХПК (KMnO₄), жёсткость, щёлочность, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ));

– содержанию анионов: CO₃²⁻, HCO₃³⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃³⁻, NO₂²⁻;

– содержанию катионов: NH₄⁺, Pb²⁺, Al³⁺, а также общее содержание Cu_{общ}, Fe_{общ}, Mn_{общ}, Cr_{общ}.

Показатели контролировались по аттестованным методикам стандартными методами химического и физико-химического анализа в соответствии с гигиеническими нормативами содержания веществ в питьевой воде по СанПиН 2.1.4.1074-01¹.

В работе были использованы устройства, основанные на различных принципах действия: очистка с применением устройства «Изумруд» основана на электрохимических методах обработки питьевой воды электрическим током с последующим осаждением примесей. «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» – на ионном обмене с бактериостатическим эффектом, включая блок механической очистки, «Гейзер Престиж» и «ZepterAqueena» – на методе обратного осмоса. «Гейзер PP 5-10 SL» – картридж осадочного типа, основанный только на механической очистке, «Аквафор В100-8» (картридж, основанный на адсорбционной очистке).

Полученные результаты

Результаты химического анализа показали, что все исследованные пробы водопроводной воды соответствовали нормативным требованиям по контролируемым нами показателям качества. Однако необходимо отметить, что состав водопроводной воды изменяется в зависимости от периода года, поэтому актуальность использования устройств по доочистке водопроводной воды всё же остаётся. Степень очистки (выраженная в %) водопроводной воды г. Иваново с применением различных бытовых устройств приведена в табл. 1. Данные, представленные в табл. 1, показывают, что наибольшая степень очистки воды достигается при применении установок, основанных на обратном осмосе, а именно «Гейзер Престиж» и «ZepterAqueena».

При этом наиболее эффективным и менее дорогостоящим (как по стоимости самого устройства, так и расходных материалов – сменных модулей) является «Гейзер Престиж».

¹СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Таблица 1. Степень очистки водопроводной воды г. Иваново с применением различных устройств (α), %

Показатель	Очистное устройство и метод очистки						
	«Изумруд»	«Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс»		«Гейзер РР 5-10 SL»**	«Аквафор В100-8»	«Гейзер Престиж»	«ZepterAqueena»
	Электрохимическая очистка	Ионообменная очистка*	Ионообменная очистка + кипячение	Механическая очистка	Адсорбционная очистка	Обратный осмос	
Общая жёсткость	5	9 – 12	9 – 12	32	94	88	82
Общая щёлочность	5	4	4	4	36	95	85
ХПК _{KMnO4}	24	16 – 17	16 – 17	24 – 31	11	45	12
Cl ⁻	0	42	42	23	52	до 100	57
SO ₄ ²⁻	0	10 – 30	10 – 30	76 – 79	10	до 100	100
NO ₂ ⁻	0	?	?	?	-	?	83
NO ₃ ⁻	0	43 – 50	43 – 58	50 – 57	74	до 100	35
NH ₄ ⁺	50	до 100	до 100	до 100	28	?	90
HCO ₃ ⁻	67	2 – 9	7 – 10	3 – 4	50	95	83
Fe _{общ}	10	15 – 40	15 – 40	18 – 20	7	77	50
Mn _{общ}	20	18 – 100	18 – 100	47	11	38	100
Zn ²⁺	0	33 – 50	50 – 67	6	58	до 100	100
Pb ²⁺	0	4 – 17	4 – 17	?	42	76	75
Cu ²⁺	38	30 – 40	30 – 40	40 – 43	-	50	88
Среднее значение α	16	26 – 28	27 – 31	26 – 32	39	80	74

* в табл. 1 приведены интервалы значений α для проб водопроводной воды, отобранной в разные периоды (ноябре 2013-2018 и марте 2014-2018 гг.).

** проба воды до применения очистного устройства была отобрана из колодца, расположенного на ул. Кукуновских в г. Иваново. Интервалы значений α также приведены для образцов, отобранных в разные периоды (октябре 2013–2018 и марте 2014–2018 гг.).

Среднее значение α (эффективность очистки) для воды с помощью «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (основанном на ионообменном действии) и «Гейзер РР 5-10 SL» (механическая очистка) примерно одинаковая и составила 26–32 %. При этом «Гейзер РР 5-10 SL» лучше справляется с устранением солей жёсткости, величины ХПК, повышенного содержания SO₄²⁻, а «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» с устранением Cl⁻, соединений Fe_{общ}, Mn_{общ} и Zn²⁺. Причём последующее кипячение такой воды снижает содержание HCO₃⁻ ионов (за счёт временной или устранимой жёсткости, т.е. перехода растворимых HCO₃⁻ ионов в CO₃²⁻ и выпадения их в осадок), а также соединений Zn²⁺.

Среднее значение α с помощью картриджа адсорбционного действия «Аквафор В100-8» составляет 39 %. Наиболее успешно устраняется содержание Cl⁻ и общей жёсткости.

Сравнительный анализ показал, что наименее эффективным при подготовке водопроводной воды являлось применение устрой-

ства «Изумруд», его средняя степень очистки составила 16 %, при этом наблюдалось значительное снижение только HCO₃⁻, NH₄⁺, величины ХПК_{KMnO4}, а также соединений Cu²⁺, Mn_{общ} и Fe_{общ}. При этом содержание остальных определяемых компонентов находилось на уровне первоначальной пробы.

И наконец, абсолютно нецелесообразным (по сравнению с рассмотренными выше устройствами) является только кипячение воды, поскольку степень очистки минимальная и составляет всего лишь 8 %.

На основании полученных данных можно расположить исследованные устройства в порядке снижения степени очистки. «Гейзер Престиж» (работа которого основана на обратном осмосе) → «ZepterAqueena» (обратный осмос) → «Аквафор В100-8» (адсорбционная очистка) → «Гейзер РР 5-10 SL» (механическая очистка) и «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (ионообменная очистка) → «Изумруд» (электрохимическая очистка)

(рис. 1). При этом необходимо отметить, что эффективность устранения одного и того же компонента различна при использовании различных устройств.

На основании полученных данных о химическом составе воды для исследованных проб был оценён комплексный показатель качества или величина потенциальной опасности

(ПО), как это. Результаты расчётов представлены на рис. 2. Из него видно, что величина ПО заметно снижается после применения рассматриваемых устройств.

На основании полученного расчётным путём значения ПО можно оценить риски возникновения различных заболеваний от употребления воды, представленные на рис. 3.

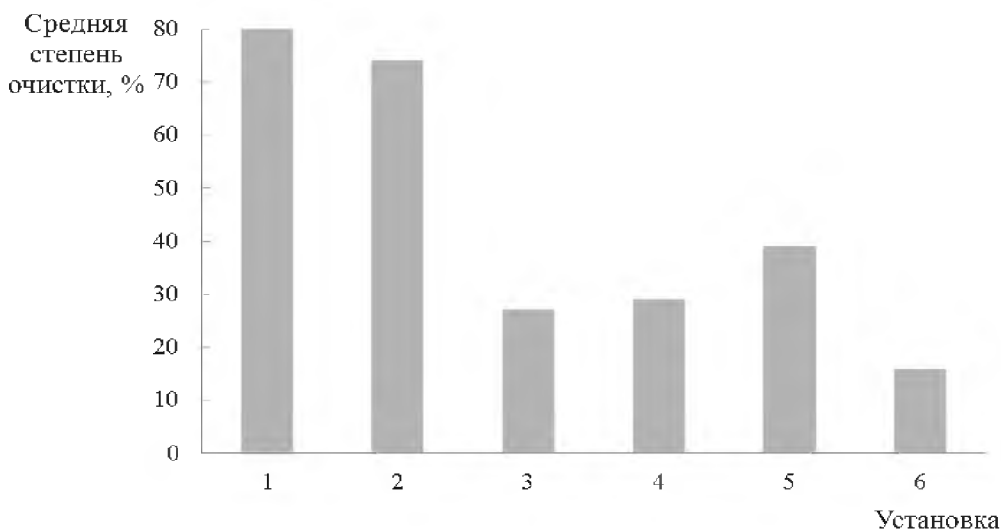


Рис. 1. Средняя степень очистки: 1 – «Гейзер Престиж», 2 – «ZerterAqueena», 3 – «Гейзер 3Г-ЗИВЖ Люкс», 4 – «Гейзер PP 5-10 SL», 5 – «Аквафор В100-8», 6 – «Изумруд»

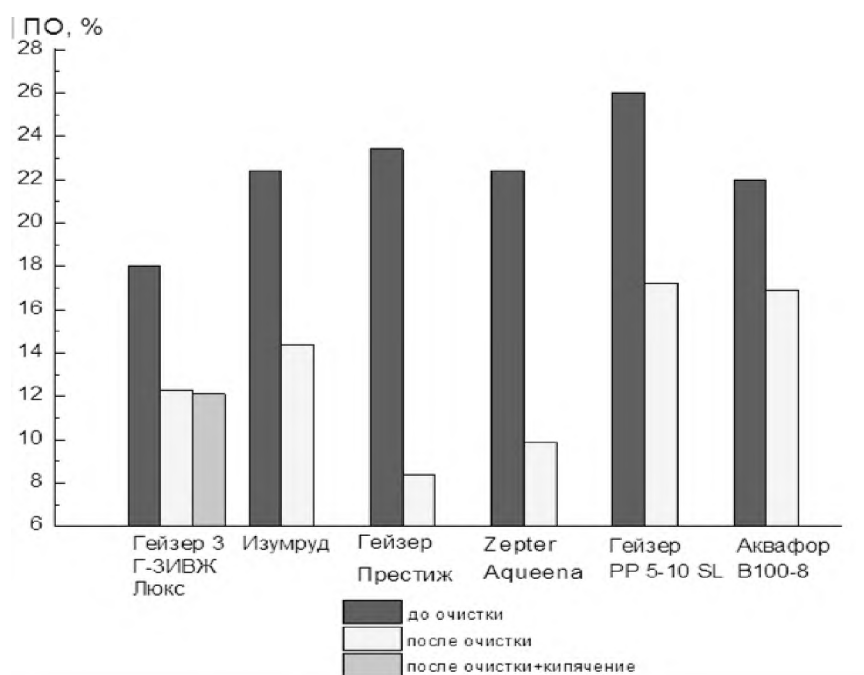


Рис. 2. Потенциальная опасность от употребления водопроводной питьевой воды в г. Иваново

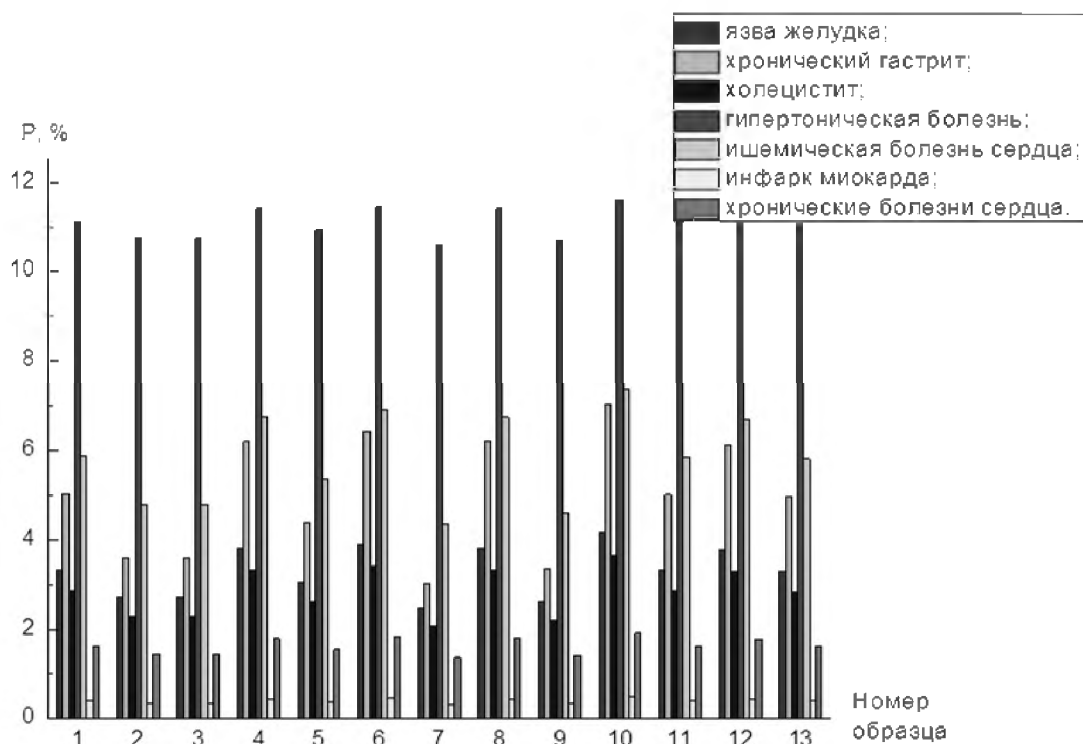


Рис. 3. Вероятности заболевания индивидуума от употребления питьевой воды из исследуемых источников водоснабжения:

- 1 – вода до очистки через «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс»; 2 – вода после очистки через «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс»; 3 – вода после очистки через «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» и последующего кипячения;
- 4 – вода до очистки через «Изумруд»; 5 – вода после очистки через «Изумруд»;
- 6 – вода до очистки через «Гейзер Престиж»; 7 – вода после очистки через «Гейзер Престиж»;
- 8 – вода до очистки через «ZepterAqueena»; 9 – вода после очистки через «ZepterAqueena»;
- 10 – вода до очистки через «Гейзер PP 5-10 SL»; 11 – вода после очистки через «Гейзер PP 5-10 SL»;
- 12 – вода до очистки через «Аквафор В100-8»; 13 – вода после очистки через «Аквафор В100-8»

Поскольку метод определения величины ПО позволяет установить взаимосвязь качества питьевой воды с заболеваемостью населения не канцерогенного характера, то были проведены дополнительные расчёты рисков, в том числе рисков возникновения онкозаболеваний по рекомендациям Минздрава России². Результаты расчёта риска развития неблагоприятных органолептических эффектов представлены в виде диаграммы на рис. 4 и характеризуются как приемлемый (для водопровода г. Иваново) и удовлетворительный (для подземного источника) уровни.

Из рис. 5 видно что, риск развития хронической интоксикации можно интерпретировать как приемлемый (для водопроводной во-

ды) и опасный (для рассматриваемого подземного источника).

Риск канцерогенных эффектов во всех случаях минимален и относится к приемлемому уровню (рис. 6).

Величина общетоксического (суммарного) риска для всех исследованных проб воды представлена в виде диаграммы на рис. 7.

В табл. 2 приведена стоимость установок (первоначальная и эксплуатационная), ресурс работы, а также удельная себестоимость очистки 1 м³ воды. Общая стоимость эксплуатации установок складывается из первоначальной стоимости и стоимости расходов на сменные модули при эксплуатации за три года.

Расчёты показали, что наименьшая себестоимость при эксплуатации характерна для сменных картриджных модулей «Аквафор В100-8» и «Гейзер PP 5-10 SL» (35,3 и 8,6 м³/год·% соответственно), а наибольшая – для установки обратного осмоса «Zepter Aqueena».

²Методические рекомендации «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения». Утверждены Департаментом ГСЭН Минздрава России № 2510/5716-97-32 от 30.07.1997 г.

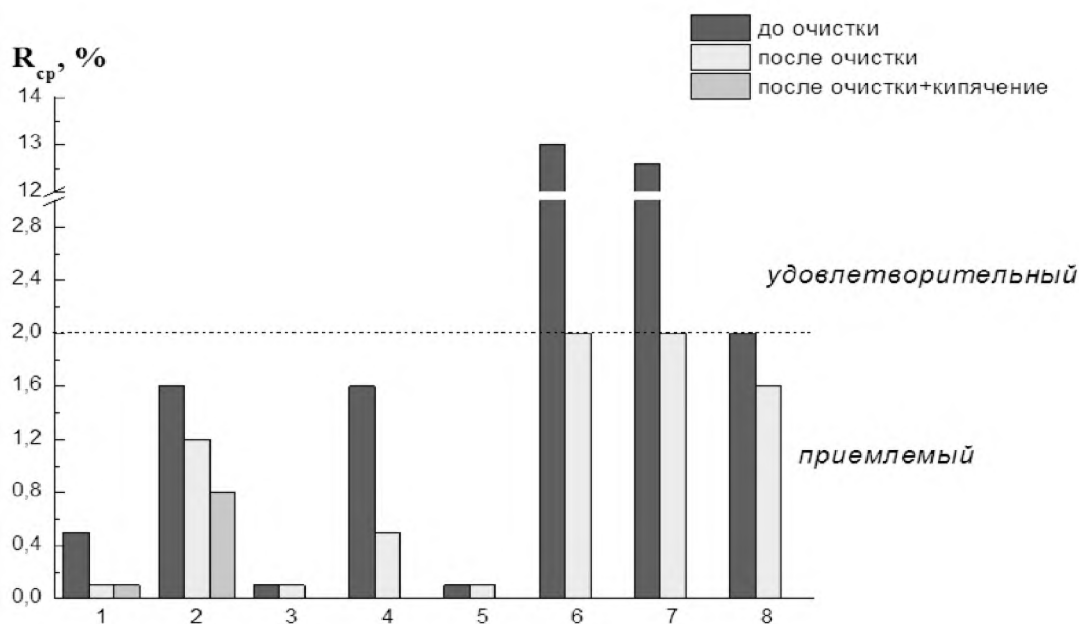


Рис. 4. Риск развития неблагоприятных органолептических эффектов (немедленного действия)
 1 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (осень); 2 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (весна); 3 – «Изумруд»;
 4 – «Гейзер Престиж»; 5 – «ZepterAqueena»; 6 – «Гейзер PP 5-10 SL» (осень);
 7 – «Гейзер PP 5-10 SL» (весна). 8 – «Аквафор В100-8»

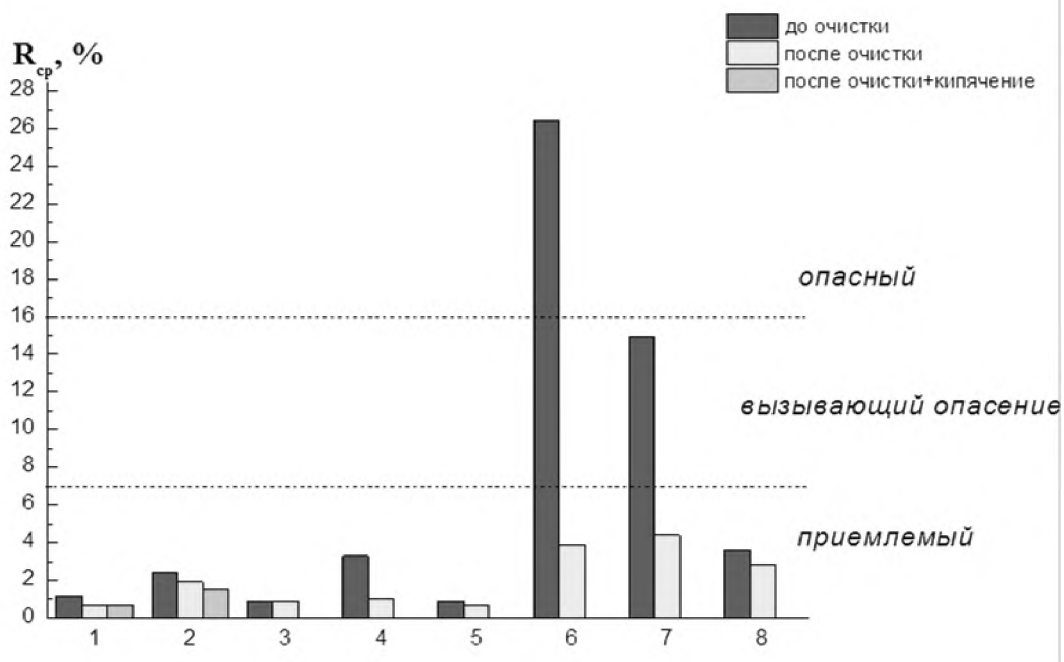


Рис. 5. Риск развития хронической интоксикации
 1 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (осень); 2 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (весна); 3 – «Изумруд»;
 4 – «Гейзер Престиж»; 5 – «ZepterAqueena»; 6 – «Гейзер PP 5-10 SL» (осень);
 7 – «Гейзер PP 5-10 SL» (весна), 8 – «Аквафор В100-8»

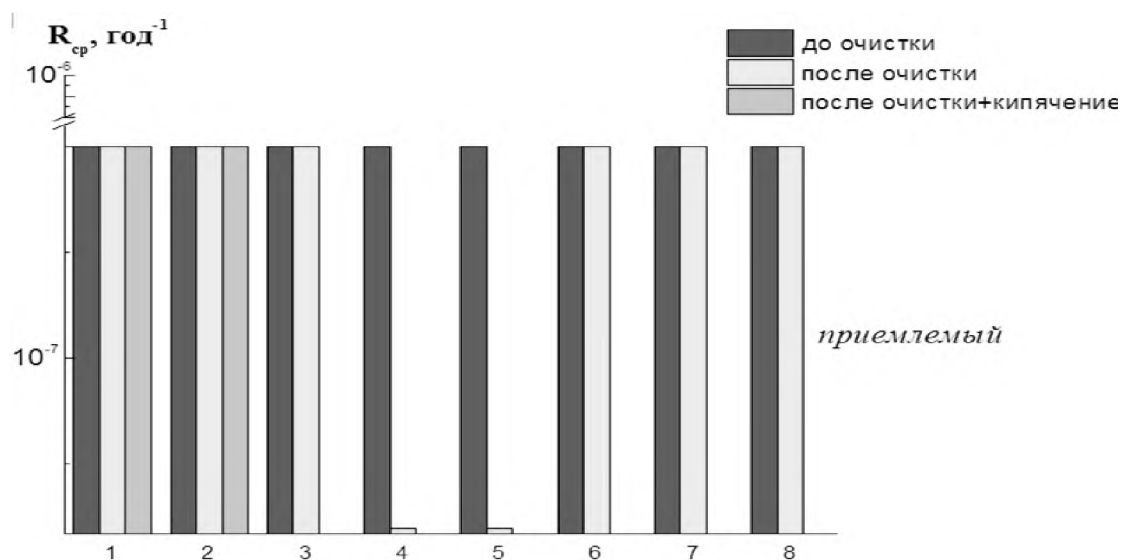


Рис. 6. Риск развития канцерогенных эффектов
 1 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (осень); 2 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (весна); 3 – «Изумруд»;
 4 – «Гейзер Престиж»; 5 – «ZepтерАqueeна»; 6 – «Гейзер PP 5-10 SL» (осень);
 7 – «Гейзер PP 5-10 SL» (весна), 8 – «Аквафор В100-8»

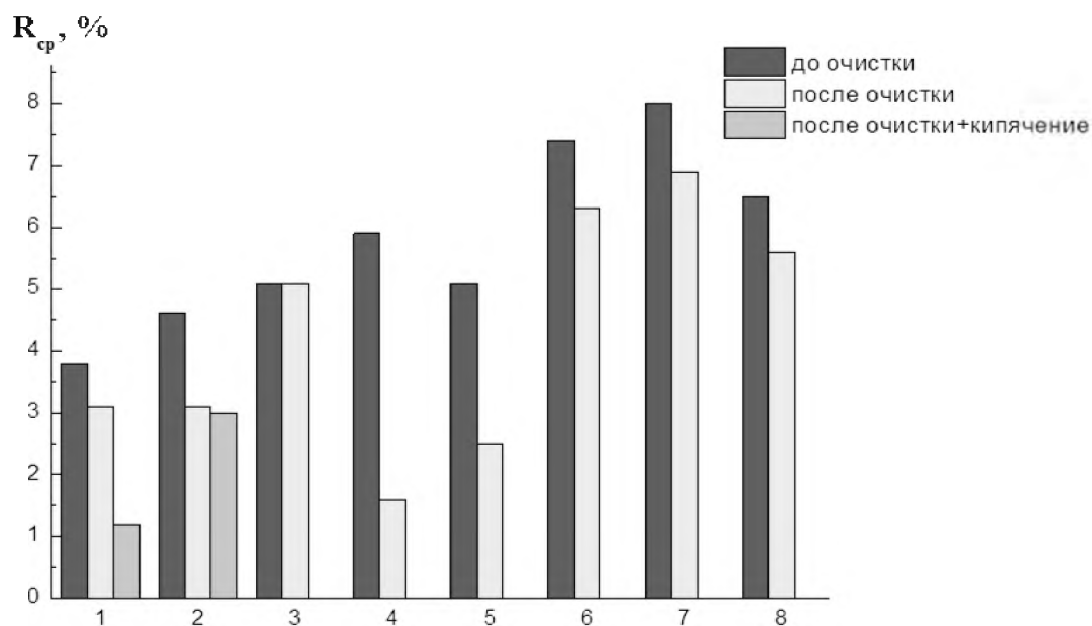


Рис. 7. Общетокический (суммарный) риск
 1 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (осень); 2 – «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (весна); 3 – «Изумруд»;
 4 – «Гейзер Престиж»; 5 – «ZepтерАqueeна»; 6 – «Гейзер PP 5-10 SL» (осень);
 7 – «Гейзер PP 5-10 SL» (весна), 8 – «Аквафор В100-8»

Таблица 2. Эксплуатационная стоимость установок (2014 г.)

Название устройства	Принцип действия устройства	α , %	Ресурс (заявленный изготовителем), л	Продолжительность работы сменного модуля, мес.	Первоначальная стоимость устройства, руб.	Стоимость расходных материалов (сменного модуля), руб.	Стоимость расходных материалов за 3 года, руб.	Общая стоимость при эксплуатации в течение 3 лет, руб.	Удельная себестоимость очистки 1 м ³ воды, м ³ /год·%
«Изумруд»	Электрохимическая очистка	16	200 (до промывки)	1	7900	Кислота уксусная 70% (0,18 л) для промывки – 12 руб.	216	8116	231,6
«Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс»	Механическая очистка	26–30	8000 (1 ступень)	12	2700	85	2110	4810	73,2
	Ионообменная очистка		7000 (2 ступень)	12		580			
	Адсорбционная очистка		7000 (3 ступень)	12		390			
«Гейзер PP 5-10 SL»	Механическая очистка	28–32	8000	8	300	50	300	600	8,6
«Гейзер Престиж»	Механическая + адсорбционная + механическая	80	7000 (1 ступень)	12	10500	700	3770	14270	81,4
	Обратный осмос		3500 (2 ступень)	18		1200			
	Адсорбционная очистка		3500 (3 ступень)	18		490			
	Минерализатор		5000 (4 ступень)	18		880			
«ZepTeAqueena»	Механическая очистка	74	8500 (1 ступень)	6	68750	455	14350	84100	518,9
	Адсорбционная очистка		8500 (2 ступень)	6		1120			
	Механическая очистка		8500 (3 ступень)	6		455			
	Обратный осмос		10000 (4 ступень)	24		2870			
	Адсорбционная очистка		5000 (5 ступень)	12		665			
«Аквафор В100-8»	Адсорбционная очистка	40	350	2	300	155	2780	3080	35,3

Выводы

1. Результаты химического анализа показали, что все исследованные пробы водопроводной воды соответствовали нормативным требованиям по контролируемым нами показателям качества.

2. Наибольшая степень очистки воды достигается при применении установок, основанных на обратном осмосе, а именно «Гейзер Престиж» (80 %) и «ZepTeAqueena» (74 %). При этом наиболее эффективным и менее дорогостоящим (как по стоимости самого устройства, так и расходных материалов – сменных модулей) является «Гейзер Престиж». Средняя эффективность очистки воды (26 – 32 %) характерна для «Гейзер 3 Г-ЗИВЖ Люкс» (основанном на ионообменном действии) и «Гейзер PP 5-10 SL» (механическая очистка). Эффективность очистки воды с помощью адсорбционного модуля «Аквафор В100-8» составила

40 %. Наименее эффективным при подготовке водопроводной воды является применение устройства «Изумруд» (его средняя степень очистки составила 16%). При этом эффективность устранения одного и того же компонента различна при использовании различных устройств.

3. Результаты расчётов величины потенциальной опасности (ПО) показали, что значения ПО заметно снижаются после применения рассматриваемых устройств по доочистке.

Таким образом, работы по выявлению и оценке расчётных величин рисков показали, что при употреблении водопроводной воды г. Иваново риски возникновения негативных эффектов минимальны и резко снижаются при использовании наиболее эффективных бытовых устройств.

Список литературы

1. Калачев С. Л., Якубаускас А. Н. Питьевая вода и бытовые водоочистительные устройства: потребительские свойства и экспертиза качества. М.: РГТЭУ, 2010. 102 с.

2. Лобачев А. Л., Ревинская Е. В., Лобачева И. В. Питьевая вода. Санитарно-токсикологическая характеристика химических

компонентов воды. Самара: Самарский университет, 2008. 37 с.

3. Скоробогатова Г. А., Калинин А. И. Осторожно! Водопроводная вода! Её химические загрязнения и способы доочистки в домашних условиях. С.-Пб.: Изд.-во С.-Пб. ун-та, 2003. 156 с.

References

1. Kalachev S. L., Yakubauskas A. N. *Pit'evayavodaibytoyevodoochistitel'nyeustrojstva: potrebitel'skiesvojstvaiekspertizakachestva* [Drinking water and domestic water purification devices: consumer properties and quality examination]. Moscow: RGTEU, 2010. 102 p.

2. Lobachev A. L., Revinskaya E. V., Lobacheva I. V. *Pit'evayavoda. Sanitarno-toksikologicheskayaharakteristikahimich-*

eskihkomponentovvody [Drinking water. Sanitary and toxicological characteristics of chemical components of water]. Samara: Samarskijuniversitet, 2008. 37 p.

3. Skorobogatova G. A., Kalinin A. I. *Ostorozhno! Vodoprovodnayavoda! Eyohimicheskieza-gryazneniyaisposobydoochistki v domashnihusloviyah* [Caution! Tap water! Her chemical pollution and methods of tertiary treatment at home]. S.-Pb.: Izd.-vo S.-Pb. un-ta, 2003. 156 p.

Сведения об авторах

Бубнов Андрей Германович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново,
доктор химических наук, доцент, профессор кафедры,

E-mail: bubag@mail.ru,

Bubnov Andrej Germanovich

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

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology»,

Russian Federation, Ivanovo,

doctor of Chemical Sciences, professor,

E-mail: bubag@mail.ru

Буймова Светлана Александровна

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново,

кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры промышленной экологии

E-mail: byumova@mail.ru,

Bujmova Svetlana Aleksandrovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology»,

Russian Federation, Ivanovo,

PhD, assistant professor at the Department of Industrial Ecology,

E-mail: byumova@mail.ru

Моисеев Юрий Николаевич

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

начальник кафедры,

E-mail: fireman13@mail.ru,

Moiseev Yuriy Nikolaevich

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

Russian Federation, Ivanovo,

head of the Department,

E-mail: fireman13@mail.ru

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

УДК 614.849

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Б. Б. ГРИНЧЕНКО, Д. В. ТАРАКАНОВ, М. О. БАКАНОВ, С. Н. НИКИШОВ
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: grinchenko.borya@mail.ru, den-pgsm@mail.ru,
mask-13@mail.ru, nikishov_sergej_88@mail.ru

В работе приведены результаты экспериментального исследования, связанного с определением значений легочной вентиляцией дыхательных аппаратов на сжатом воздухе (далее – ДАСВ) при использовании спасательных устройств в состоянии покоя (свободное дыхание). Исследование проводилось с применением ДАСВ, в том числе, оборудованных телеметрической системой мониторинга показателей безопасности участников тушения пожара и спасательных устройств типа «Шлем-маска» и «Капюшон». В ходе отработки сценариев экспериментального исследования была составлена таблица расходов воздуха в течение десяти минут для каждого типа дыхательного аппарата и спасательных устройств.

На этапе статистической обработки эмпирических данных, использовался частный критерий оценки вида распределения непрерывной случайной величины Шапиро-Уилка, который основан на оптимальной линейной несмещённой оценке меры разброса значений случайной величины относительно её математического ожидания к её обычной оценке методом максимального правдоподобия. Установлено, что полученные в ходе исследования эмпирические данные подчиняются нормальному закону распределения, так же выявлено, что имеется ряд факторов влияющих на значения легочной вентиляции в баллонах дыхательных аппаратах при использовании спасательного устройства. К одному из таких факторов относится тип используемого спасательного устройства. Дыхательные аппараты, входящие в состав комплекса «Маяк спасателя» позволяют более точно определить расход воздуха в баллоне, так как оснащены телеметрической системой мониторинга, но в целом модель применяемого ДАСВ оказывает не значительное влияние на полученные значения расхода, так как все данные входят в доверительный интервал с заданной вероятностью.

Ключевые слова: безопасность; вероятностная модель; спасательное устройство; расход воздуха; экспериментальное исследование.

EXPERIMENTAL STUDY OF AIR FLOW WHEN USING THE RESCUE DEVICE

B. B. GRINCHENKO, D. V. TARAKANOV, M. O. BAKANOV, S. N. NIKISHOV
Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy
of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: grinchenko.borya@mail.ru den-pgsm@mail.ru,
mask-13@mail.ru, nikishov_sergej_88@mail.ru

The paper presents the results of an experimental study related to the determination of the values of pulmonary ventilation of breathing apparatus in compressed air (hereinafter – DASV) when using rescue devices at rest (free breathing). The study was conducted with the use of DASV, including equipped with a telemetric system for monitoring the safety of participants in fire fighting and rescue devices such as «Helmet-mask» and «Hood». During the development of the scenario of the experiment, a table of air flow for ten minutes for each type of breathing apparatus and rescue device was compiled.

At the stage of statistical processing of empirical data, a special criterion was used to estimate the type of distribution of a continuous random variable Shapiro-Wilk, which is based on the optimal linear unbiased estimate of the measure of the spread of the values of a random variable relative to its mathematical expectation to its usual estimate by the maximum likelihood method. It is established that the empirical data obtained in the course of the study are subject to the normal distribution law, it is also revealed that there are a number of factors affecting the values of air flow in the use OF a rescue device. One of these factors is the type of rescue device used. Breathing apparatus, which are part of the complex «beacon rescuer» can more accurately determine the air flow in the cylinder, as equipped with a telemetric control system, but in General, the model used DASV does not significantly affect the air flow values, as all the data are included in the confidence interval with a given probability.

Key words: safety; probabilistic model; life-saving device; air consumption; experimental study.

Введение. Ликвидация пожаров и их последствий зачастую связана с выполнением боевых действий, проводимых в непригодной для дыхания среде, в которых необходимо обеспечить безопасность спасаемых людей и безопасность работающих подразделений. Для выполнения задач такого рода на пожаре применяются дыхательные аппараты (далее – ДА), в состав которых входят спасательные устройства¹. Эти устройства являются портативными изобретениями, изолирующими дыхание, которые при помощи штуцера подключаются через быстроразъемное соединение к дыхательному аппарату газодымозащитника. Однако при подключении спасательного устройства происходит сокращение фактического времени защитного действия дыхательного аппарата, что в свою очередь подвергает опасности как спасаемого, так и газодымозащитника. В данном случае деструктивное событие связано с нехваткой запасов дыхательных ресурсов для проведения спасательных работ. Такое деструктивное событие рассмотрено в работе [1], где было показано, что проведение работ в непригодной для дыхания среде происходит в условиях повышенной опасности для участников ликвидации пожара и имеет вероятностную природу. В существующей методике проведения расчетов параметров работы в ДА используются детерминированные подходы. В этих подходах безопасные условия работы для газодымозащитников определяются по общему времени нахождения в непригодной для дыхания среде, работы непосредственно у очага пожара и определению давления для всего звена в независимости от его состава, при котором необходимо выходить на свежий воздух. Однако при этом не как не учитываются расходы воздуха при использовании спасательных устройств и ин-

дивидуальных потребностей каждого газодымозащитника. На сегодняшний день остаются не изученными факторы, влияющие на расход воздуха в баллонах дыхательных аппаратов при использовании спасательных устройств, поэтому вопросы, связанные с обеспечением безопасности требуют особых процедур планирования и нормирования запаса дыхательных ресурсов, от чего зависит напрямую принятие оперативных управленческих решений и являются актуальными.

Цель и задачи исследования. Исследование посвящено статистической обработке и анализу полученных в ходе эксперимента эмпирических данных по расходу воздуха ДА с применением спасательных устройств. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- выявить закономерности в потреблении дыхательных ресурсов при использовании спасательных устройств;
- подготовить информационную платформу для формирования базы данных при выполнении работ с использованием спасательных устройств [2, 3];
- обосновать применение эмпирических данных в вероятностной модели управления безопасностью [4], при реализации работ, проводимых со спасательными устройствами в условиях непригодной для дыхания среды [5].

Сценарий экспериментального исследования.

Серия экспериментов была проведена с использованием оборудования, представленного на рис. 1.

Перед проведением эксперимента дыхательные аппараты и спасательные устройств проверялись с целью выявления исправности / неисправности функционирования всех узлов и механизмов используемого специального оборудования. Рабочая проверка проводилась непосредственно перед включением в ДА. На момент проведения эксперимента оборудование являлось исправным.

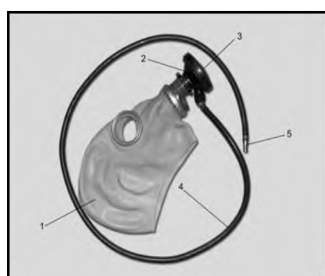
¹ГОСТ Р 53255-2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.



1) Общий вид ПТС «Профи» – М со спасательным устройством



2) Комплекс «Маяк спасателя»



3) Спасательное устройство со шлем-маской «ШМП»



4) Спасательное устройство «Капюшон»

Рис. 1. Элементы оснащения, использованные в экспериментальном исследовании

Для испытания было отобрано десять добровольцев с различными антропометрическими показателями. Каждый из них поочередно подключал спасательное устройство «Капюшон» к ДАСВ входящего в состав комплекса «Маяк спасателя» с электронным модулем фиксации показаний давления в бал-

лоне и, находясь в состоянии покоя, дышал в течение 10 минут (рис. 2).

Аналогично повторялась процедура с ДАСВ ПТС «Профи» – М с обычным выносным манометром (рис. 2).



1) Спасательное устройство «Капюшон» с системой телеметрии



2) Спасательное устройство «Капюшон» с дыхательным аппаратом ПТС «Профи» – М



3) Спасательное устройство «ШМП» с системой телеметрии



4) Спасательное устройство «ШМП» с дыхательным аппаратом ПТС «Профи» – М

Рис. 2. Применение спасательного устройства «ШМП» и «Капюшон» с ДАСВ и телеметрической системой с электронным модулем фиксации показаний давления

Затем испытуемый доброволец менял спасательное устройство на «ШМП» и повторял все еще раз, при этом во всех случаях легочный автомат газодымозащитника был отключен, то есть запас воздуха в баллоне расходовался только используемым спасательным устройством.

Статистическая обработка экспериментальных данных по расходу воздуха с применением спасательных устройств в состоянии покоя у спасаемого осуществлялась на основе полученных результатов, отраженных в табл. 1.

Таблица 1. Результаты экспериментальных данных по расходу воздуха спасательных устройств

№ п/п	Вес, кг	Рост, см	Комплекс «Маяк спасателя» (Q, л / мин)		ПТС «Профи» – М (Q, л / мин)	
			ШМП	Капюшон	ШМП	Капюшон
1	92	184	148,36	389,45	123,64	432,73
2	65	173	179,27	426,55	123,64	494,55
3	70	181	185,45	506,91	216,36	432,73
4	77	186	253,45	309,09	278,18	278,18
5	58	172	80,36	377,09	123,64	432,73
6	87	180	210,18	302,91	123,64	309,09
7	58	172	68	519,27	92,73	494,55
8	74	182	179,27	346,18	185,45	309,09
9	52	165	68	253,45	92,73	278,18
10	53	163	92,73	302,91	61,82	216,36

Обработка результатов исследования. Произведем статистическую обработку данных на примере полученных результатов с использованием спасательного устройства «ШМП» и комплекса «Маяк спасателя». В качестве исследуемой работы рассматривалась скорость расхода дыхательных ресурсов (воздуха, л / мин) в баллонах дыхательных аппаратов при подключенном спасательном устройстве в состоянии покоя, то есть свободного дыхания. На основе полученных эмпирических данных был построен вариационный ряд для применения многостороннего критерия Шапиро-Уилка². Критерий основан на регрессионном анализе порядковых статистик по их ожидаемым значениям. Это критерий типа дисперсионного анализа для полной выборки. Статистика критерия заключается в отношении квадрата суммы линейной разности выборочных порядковых статистик к обычной оценке дисперсии³.

Серию из n независимых наблюдений по скорости расхода дыхательных ресурсов обозначим символами v_1, v_2, \dots, v_n и вычислим промежуточную сумму S по формуле:

$$S = \sum a_k \cdot (v_{(n+1-k)} - v_k), \quad (1)$$

²ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.

³Там же.

где k – индекс, имеющий значения при нечетном n $k = \frac{n}{2}$, при четном значении n $k = \frac{n-1}{2}$;

a_k – коэффициент, имеющий специальные значения для имеющегося объема выборки n .

Так как $n = 10$, то $k = \frac{10}{2} = 5$.

Используя известные коэффициенты a_k , рассчитаем S по формуле (1):

$$S = 30,91 \cdot 0,04145 + 86,65 \cdot 0,11979 + 105,09 \cdot 0,21238 + 142,18 \cdot 0,32767 + 185,45 \cdot 0,57427 = 187,06(\text{л}).$$

Статистика критерия Шапиро-Уилка рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{S^2}{nm_2}, \quad (2)$$

где S^2 – сумма линейной разности выборочных порядковых статистик; n – объем выборки; m_2 – выборочный центральный момент второго порядка. Обычная оценка дисперсии рассчитывается по формуле:

$$nm_2 = \sum (v_k - v_{cp})^2, \quad (3)$$

где v_k – эмпирические значения скорости потребления дыхательной смеси.

$$nm_2 = (68 - 146,51)^2 + (68 - 146,51)^2 + \dots$$

$$+ (253,45 - 146,51)^2 = 3875196 \text{ (л)}$$

Рассчитаем искомый критерий статистического согласия, поставив полученные значения в (2):

$$W = \frac{187,06^2}{3875196} = 0,902$$

Критерий W сравним с табличными значениями $W_{\text{табл}}$ для подтверждения или опровержения гипотезы⁴, которые представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при всех уровнях значимости α $W_{\text{табл}} \leq W$, а значит, гипотеза о нормальности эмпирических данных принимается при всех уровнях значимости.

Таблица 2. Табличные значения критерия Шапиро-Уилка в зависимости от уровня значимости α

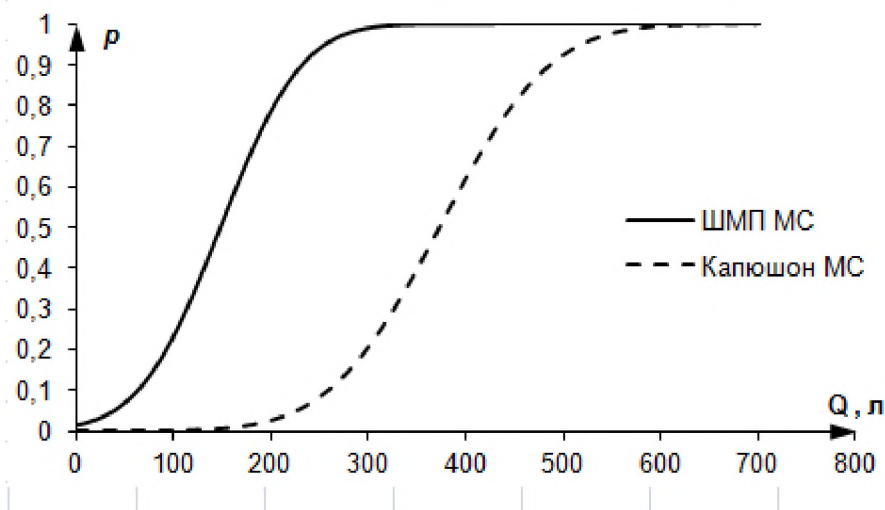
α	$W_{\text{табл}}$	W
0,01	0,868	0,902
0,05	0,84	
0,1	0,779	

Произведем обработку остальных данных по аналогичному алгоритму и для удобства восприятия представим основные показатели в табл. 3.

На основе данных табл. 3 построим графики плотности распределений расходов воздуха спасательных устройств в состоянии покоя (рис. 3).

Таблица 3. Основные показатели исследуемого параметра

Вид исследования	$X_{\text{ср}}$, (л)	σ , (л)	Критерий Шапиро-Уилка при уровне значимости $\alpha = 0,05$	Гипотеза H_0
Маяк спасателя ШМП	146,51	65,62	$0,840 \leq 0,902$	+
Маяк спасателя капюшон	373,38	89,07	$0,840 \leq 0,922$	+
ПТС Профи – М ШМП	142,18	65,49	$0,840 \leq 0,88$	+
ПТС Профи – М капюшон	367,82	100,37	$0,840 \leq 0,88$	+



⁴ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.

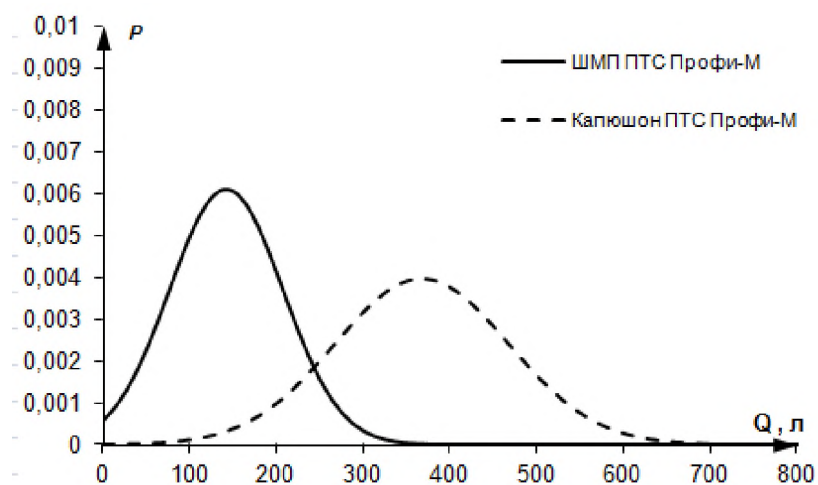
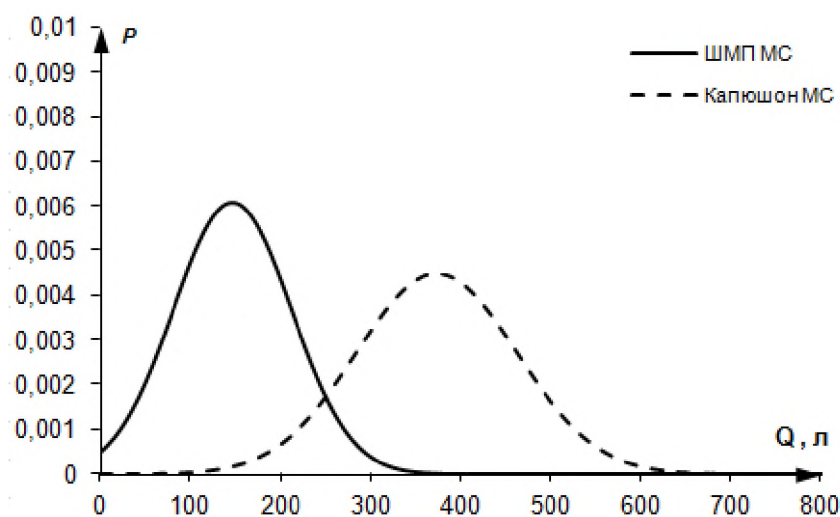
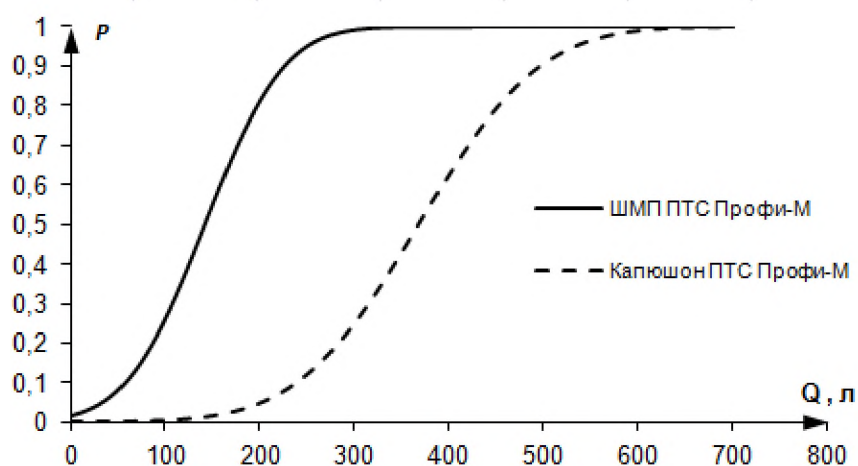


Рис. 3. Плотность распределения расходов воздуха спасательных устройств

После анализа эмпирических данных по потреблению дыхательных ресурсов с использованием спасательных устройств в состоянии покоя была произведена их обработка при помощи методов математической статистики, с учетом проверки однородности выборочных совокупностей с выдвигением гипотетического закона о принадлежности эмпирических данных нормальному закону распределения. Статистическому исследованию подлежал один критерий: расход воздуха Q (л / мин). Предполагаемая основная гипотеза H_0 – эмпирические данные подчиняются нормальному закону распределения. Для проверки гипотезы H_0 использовался многосторонний критерий статистического согласия Шапиро-Уилка⁵.

В результате произведенной проверки гипотезы H_0 с использованием критерия статистического согласия доказано, что эмпирические данные подчиняются нормальному закону распределения. Основные показатели нормальной модели и значения критерия согласия представлены в табл. 3. Произведена графическая интерпретация основных показателей нормального распределения через интегральную функцию Лапласа (рис. 3).

Заключение. Общеизвестно, что деструктивные события имеют вероятностную

природу [1], поэтому для обеспечения условий безопасной работы в непригодной для дыхания среде необходимо руководствоваться теорией принятия управленческих решений в условиях риска и неопределенности, где для работы вероятностной модели управления главным условием является нормальное распределения входящих в модель параметров. Проведенный анализ эмпирических данных по расходу воздуха ДА с применением спасательных устройств доказал, что полученные данные подчиняются нормальному закону распределения. Это подтверждает необходимость решения вопросов нормирования выполняемых работ или планирования боевых действий в непригодной для дыхания среде, при использовании спасательных устройств и учитывать аспект оценки необходимого запаса дыхательных ресурсов для реализации условий безопасной работы [6, 7]. Такой подход позволит снизить вероятность наступления деструктивного события выраженного в недостатке запаса дыхательных ресурсов с использованием спасательных устройств, входящих в комплект дыхательных аппаратов на сжатом воздухе при спасении пострадавших.

Список литературы

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

2. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации базы данных № 2019620566. Информационные ресурсы системы поддержки управления газодымозащитниками / Б.Б. Гринченко; заявл. 28.03.2019, опублик. 11.04.2019 г.

3. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017663825. Программное обеспечение для информационно-аналитической системы управления газодымозащитниками на пожарах в техногенных чрезвычайных ситуациях / Б. Б. Гринченко, Д. В. Тараканов; заявл. 23.10.2017, опублик. 12.12.2017 г.

4. Гринченко Б. Б., Тараканов Д. В. Модель управления безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. №6. С. 45–51.

5. Гринченко Б. Б., Тараканов Д. В. Экспериментальное исследование параметров работ по устранению аварий с выбросом АХОВ на элементах транспортной инфраструктуры // Пожарная и аварийная безопасность сборник материалов XIII МНПК. Иваново: ИПСА МЧС России, 2018. С. 341–344.

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

7. Стрелец В. М. Сравнительный анализ закономерностей расхода запаса воздуха при работе спасателей в аппаратах на сжатом воздухе // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2014. № 4(41). С. 136–141.

References

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

⁵ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.

2. Grinchenko B. B. Svidetel'stvo Rospatenta o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2019620566. Informatsionnyye resursy sistemy podderzhki upravleniya gazodymozashchitnikami; zayavl. 28.03.2019, opubl. 11.04.2019.

3. Grinchenko B. B., Tarakanov D. V. Svidetel'stvo Rospatenta o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2017663825. Programmnoye obespecheniye dlya informatsionno-analiticheskoy sistemy upravleniya gazodymozashchitnikami na pozharakh v tekhnogennykh chrezvychaynykh situatsiyakh; zayavl. 23.10.2017, opubl. 12.12.2017.

4. Grinchenko B. B., Tarakanov D. V. Model' upravleniya bezopasnost'yu pri rabotakh na pozharakh v neprigodnoy dlya dykhaniya srede [Safety management model for work in fires in a non-breathing environment]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2018, vol. 27, issue 6, pp. 45–51.

5. Grinchenko B. B., Tarakanov D. V. Eksperimental'noye issledovaniye parametrov rabot po ustraneniyu avariyy s vybrosom AKHOV na el-

ementakh transportnoy infrastruktury [An experimental study of the parameters of work to eliminate accidents with the release of AHOV on the elements of the transport infrastructure]. *Pozharnaya i avariynaya bezopasnost' sbornik materialov XIII MNPК*. Ivanovo: IPSA MCHS Ros-sii, 2018, pp. 341–344.

6. Strilets V. M., Borodich P. Yu., Rosokha S. V. *Zakonomernosti deyatelnosti spasateley pri provedenii avariyno-spasatel'nykh rabot na stantsiyakh metropolitena* [Patterns of rescuers during rescue operations at metro stations]. Kharkiv: NUTSZKH, KP «Mis'ka drukarnya», 2012. P. 119.

9. Strelets V. M. Sravnitel'nyy analiz zakonomernostey raskhoda zapasa vozdukhа pri rabote spasateley v apparatakh na szhatom vozdukhе [Comparative analysis of the patterns of air supply during the operation of rescuers in compressed air devices]. *Zbirk naukovikh prats' Kharkivs'kogo natsional'nogo univ'ersitetu Pov'itryanikh Sil*, 2014, vol. 4(41), pp. 136–141.

Гринченко Борис Борисович

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

адъюнкт

E-mail: grinchenko.borya@mail.ru

Grinchenko Boris Borisovich

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

adjunct

E-mail: grinchenko.borya@mail.ru

Тараканов Денис Вячеславович

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

доктор технических наук, старший преподаватель

E-mail: den-pgsm@mail.ru

Tarakanov Denis Vyacheslavovich

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

doctor of technical Sciences, senior teacher

E-mail: den-pgsm@mail.ru

Баканов Максим Олегович

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

кандидат технических наук, начальник кафедры

E-mail: mask-13@mail.ru

Bakanov Maxim Olegovich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical Sciences, head of Department

E-mail: mask-13@mail.ru

Никишов Сергей Николаевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

старший преподаватель

E-mail: nikishov_sergej_88@mail.ru

Nikishov Sergey Nikolaevich

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

Russian Federation, Ivanovo

senior teacher

E-mail: nikishov_sergej_88@mail.ru

УДК 614.849

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, Е. А. ОРЛОВ, О. Г. ВОЛКОВ

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

E-mail: mr.dmitriyazhharov@mail.ru, rim-sgpu@rambler.ru, david88-2004@mail.ru, Fmi80@mail.ru,
Oleg_volkov-90@bk.ru

Одним из поражающих факторов пожара являются токсичные продукты горения, создающие угрозу для жизни и здоровья людей. Во время спасательных работ и оказания первой помощи пострадавшему, а именно изоляция дыхательных путей от контакта с отравляющими веществами с использованием спасательного устройства, звено газодымозащитной службы должно учитывать тот факт, что это приведёт к увеличению расхода воздуха в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и уменьшению времени их защитного действия. В связи с этим, в статье обсуждается вопрос определения закономерностей расхода запаса воздуха газодымозащитником при выполнении работ различной степени тяжести с подключением условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства. Предложены альтернативные варианты тестовых заданий (упражнений), с целью определения расхода запаса воздуха при выполнении работ различной степени тяжести с подключением условного пострадавшего к дыхательному аппарату на сжатом воздухе ПТС «Профи»-М при помощи спасательного устройства. Проведены исследования по оценке расхода воздуха при выполнении работ легкой, средней, тяжёлой и очень тяжёлой степени тяжести. Определена достоверность полученных результатов исследования.

Ключевые слова: аппарат на сжатом воздухе, расход воздуха, газодымозащитник, критерий Шапиро-Уилка.

DETERMINATION OF THE AIR FLOW DURING THE USE OF A RESCUE DEVICE WITH A RESPIRATORY DEVICE BY COMPRESSED AIR PTS «PROFI»-M

D. YU. ZAKHAROV, R. M. SHIPILOV, A. S. DAVIDENKO, E. A. ORLOV, O. G. WOLKOV

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

E-mail: mr.dmitriyazhharov@mail.ru, rim-sgpu@rambler.ru, david88-2004@mail.ru, Fmi80@mail.ru,
Oleg_volkov-90@bk.ru

One of the damaging factors of a fire is toxic combustion products that pose a threat to human life and health. During rescue operations and first aid to the victim, namely the isolation of the respiratory tract from contact with poisonous substances using a rescue device, the link of the gas and smoke protection service should take into account the fact that this will lead to an increase in air flow and a decrease in the time of protective action. In this regard, the article discusses the issue of determining the regularities of air supply flow rate by a gas-smoke protector when performing work of varying severity with connecting a conditional injured person to the breathing apparatus using a rescue device. Alternative alternatives of test tasks (exercises) were proposed to determine the air flow rate when performing work of varying severity with connecting a conditional victim to a breathing apparatus in compressed air PTS «Profi» -M using a rescue device. Studies have been conducted to assess the air flow during the work of light, medium, heavy and very heavy severity.

Key words: compressed air apparatus, air consumption, gas-smoke protector, Shapiro-Wilk criterion.

Актуальность

Основной задачей звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) при тушении пожаров в непригодной для дыхания среде является: создание условий, которые необходимы для спасения людей, эвакуации культурных и материальных ценностей¹. Для этого необходимо располагать не только техническими, но и человеческими ресурсами, состоящими из подготовленных газодымозащитников [1, 2, 3, 4].

Характерной угрозой для жизни людей на пожарах являются опасные факторы пожара: пламя и искры, пониженное содержание кислорода, повышенная температура окружающей среды, дым, токсичные продукты горения. В качестве основных поражающих факторов пожара рассматривают термическое воздействие, обусловленное тепловым излучением пламени и токсичные продукты горения [5]. Вследствие чего каждое звено ГДЗС должно иметь спасательное устройство, входящее в комплект средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) [6].

При ведении боевых действий по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде командир звена ГДЗС и газодымозащитники обязаны уметь оказывать первую помощь пострадавшим. Одним из этапов оказания первой помощи на пожаре является изоляция дыхательных путей пострадавшего от контакта с отравляющими веществами (токсичные продукты горения), т.е. подключить к дыхательному аппарату спасательного устройства для вывода пострадавшего из опасной зоны. При спасении пострадавшего звеном ГДЗС, в случае использования спасательного устройства по назначению, приведёт к увеличению расхода воздуха и уменьшению времени защитного действия. Однако, если пострадавший не имеет возможности самостоятельно передвигаться и основная нагрузка по его транспортировке ляжет на звено ГДЗС, в этом случае произойдет увеличение физической нагрузки на газодымозащитников, которая также повлияет на увеличение расхода воздуха.

На сегодняшний день время защитного действия для дыхательных аппаратов на сжатом воздухе (ДАСВ) при использовании на по-

жаре рассчитывается на основе методики проведения расчётов параметров работы в СИЗОД². Существующая методика не учитывает параметры расхода запаса воздуха газодымозащитником при выполнении работ различной степени тяжести с подключением пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства. Данная проблема оказалась достаточно актуальной и послужила основой проведения исследовательских работ.

Цель исследования: определение закономерностей расхода запаса воздуха газодымозащитником при выполнении работ различной степени тяжести с подключением условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи исследования:**

- определить методику выполнения упражнений имитирующих условия работ различной степени тяжести газодымозащитником;
- определить расход воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с учетом подключения условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства;
- произвести сравнительный анализ расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с нормативными значениями показателей потребления воздуха;
- определить достоверность полученных результатов расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести.

Методика проведения исследования

Исследование проводилось в период с 2018 года по 2019 год. В исследовании приняли участие 32 курсанта 3 года обучения Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. В ходе исследования применялся комплекс тестовых испытаний (упражнений). С их помощью у испытуемых определялся расход запаса воздуха при выполнении работ различной степени тяжести с подключением условного пострадавшего к дыхательному аппарату на сжатом воздухе ПТС «Профи»-М при помощи спасательного устройства.

¹Приказ МЧС России от 09.01.2013 № 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».

²Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. М.: МЧС России, 5 августа 2013 г. (с изменениями от 19 августа 2013 г. № 18-4-3-3158).

Результаты исследования

В ходе исследования был проведён достаточно глубокий анализ по методике проведения расчётов параметров работы в СИЗОД [7], а именно используемого комплекса динамических упражнений для получения показателей расхода воздуха газодымозащитника.

Данный анализ позволил в дальнейшем прийти к выводу о целесообразности дополнить представленные упражнения методом подключения условного пострадавшего к ДАСВ при помощи спасательного устройства, с целью определения времени защитного действия для ДАСВ.

В качестве контрольных испытаний были предложены четыре упражнения с подключением условного пострадавшего, которые в дальнейшем и легли в основу нашего исследования. С целью получения параметров расчётов расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с учетом подключения условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства были предложены следующие упражнения: упражнение № 1. Испытуемые (газодымозащитники) выполняли шаг длиной 80 см со скоростью 30 шагов в минуту на протяжении 4 минут, при этом пострадавший находился в статичном положении (стоял на месте) (рис. 1). Данная работа по степени тяжести может рассматриваться, как лёгкая.



Рис. 1. Выполнение работ легкой степени тяжести

Упражнение № 2. Газодымозащитники выполняли подъём на ступеньку высотой 25 см в течение 4 минут со скоростью подъема 20 подъемов в минуту, пострадавший находился в статичном положении (стоял на месте) (рис. 2). Данная работа может классифицироваться, как средней степени тяжести.



Рис. 2. Выполнение работ средней степени тяжести

Упражнение № 3. Испытуемые выполняли подъём на ступеньку высотой 50 см в течение 4 минут со скоростью подъема 20 подъемов в минуту, пострадавший также находился в статичном положении (стоял на месте) (рис. 3). Данное упражнение по степени тяжести определяется, как тяжелое.

Упражнение № 4. Газодымозащитники выполняли подъем на ступеньку высотой 50 см в течение 4 минут со скоростью подъема 30 подъемов в минуту, пострадавший также находился в статичном положении (стоял на месте) (рис. 3). По степени тяжести представленное упражнение оценивается, как очень тяжелое [7].

С целью определения расхода воздуха газодымозащитником при выполнении тестовых испытаний в условиях разной степени тяжести с учетом подключения условного пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства применялись следующие методы обработки результа-

тов: метод определения расчетов параметров работы в СИЗОД [7] и методика по критерию Шапиро-Уилка³.



Рис. 3. Выполнение работ тяжелой и очень тяжелой степеней тяжести

На начальном этапе исследования перед выполнением упражнений проводилось измерение начального показателя давления воздуха баллонов ПТС «Профи»-М ($P_{нач}$). По окончании выполнения тестовых испытаний, также снимались показания остаточного давления воздуха баллонов ПТС «Профи»-М ($P_{кон}$). Полученные результаты были внесены в формулу уравнения 1, для определения величины расхода воздуха.

$$\omega_{л} = \frac{(P_{нач} - P_{кон}) \cdot V_6}{1,1 \cdot t}, \quad (1)$$

где 1,1 – коэффициент сжимаемости воздуха; V_6 – объем баллона ПТС «Профи»-М, t – время выполнения упражнения.

Благодаря полученным данным уравнения 1, мы вывели результаты оценки расхода воздуха при выполнении работ легкой, средней, тяжелой и очень тяжелой степеней тяжести с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства (табл. 1). Был определен средний показатель расхода воздуха при выполнении работы легкой степени тяжести $37,38 \pm 13,17$; средней степени тяжести $72,45 \pm 6,36$; тяжелой степени тяжести $112,46 \pm 11,1$; очень тяжелой степени тяжести $162,8 \pm 15,41$.

Таблица 1. Результаты оценки расхода воздуха при выполнении работ разных степеней тяжести с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства

Испытуемые	Легкой степени тяжести		Средней степени тяжести		Тяжелой степени тяжести		Очень тяжелой степени тяжести	
	$\omega_{л}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_{л})^2$	$\omega_{л}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_{л})^2$	$\omega_{л}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_{л})^2$	$\omega_{л}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_{л})^2$
1	15,5	478,9259	57,2	232,8485	94,5	322,6514	131,4	986,3525
2	18,5	356,6196	61,8	113,6223	94,5	322,6514	139,1	561,9863
3	18,5	356,6196	61,8	113,6223	94,5	322,6514	142,2	424,6175
4	23,2	201,1965	64,9	57,14415	99,1	178,5564	142,2	424,6175
5	23,2	201,1965	64,9	57,14415	99,2	175,8939	145,3	306,4688
6	23,2	201,1965	68	19,88603	102,3	103,2764	145,3	306,4688
7	26,3	122,8634	68	19,88603	102,3	103,2764	148,4	207,54
8	27,8	91,86024	68	19,88603	102,3	103,2764	148,4	207,54
9	27,8	91,86024	68,5	15,67665	105,4	49,87891	154,5	68,99379

³ ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения: М.: Госстандарт России, 2002. 31 с. (Государственные стандарты России).

Испытуемые	Легкой степени тяжести		Средней степени тяжести		Тяжелой степени тяжести		Очень тяжелой степени тяжести	
	$\omega_{лi}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2$	$\omega_{лi}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2$	$\omega_{лi}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2$	$\omega_{лi}$, л/мин	$(\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2$
10	27,8	91,86024	69,5	8,7579	105,4	49,87891	154,5	68,99379
11	29,4	63,75024	69,5	8,7579	105,4	49,87891	154,5	68,99379
12	29,4	63,75024	69,5	8,7579	108,5	15,70141	154,5	68,99379
13	30,9	42,04712	71,1	1,8479	108,5	15,70141	160,7	4,436289
14	34	11,45399	71,1	1,8479	111,5	0,926406	162,3	0,256289
15	35,5	3,550869	72,6	0,019775	111,5	0,926406	162,3	0,256289
16	38,6	1,477744	72,6	0,019775	111,5	0,926406	162,3	0,256289
17	38,6	1,477744	72,6	0,019775	113,1	0,406406	163,8	0,987539
18	40,2	7,927744	74,2	3,029775	113,1	0,406406	163,8	0,987539
19	40,2	7,927744	74,2	3,029775	114,6	4,568906	166,9	16,75879
20	40,2	7,927744	74,2	3,029775	114,6	4,568906	170	51,75004
21	40,2	7,927744	74,2	3,029775	116,2	13,96891	170	51,75004
22	41,7	18,62462	77,3	23,43165	117,7	27,43141	170	51,75004
23	41,7	18,62462	77,3	23,43165	117,7	27,43141	170	51,75004
24	47,9	110,5784	77,3	23,43165	117,7	27,43141	170	51,75004
25	49,5	146,7884	77,3	23,43165	119,3	46,75141	170	51,75004
26	49,5	146,7884	77,3	23,43165	122,4	98,75391	173,1	105,9613
27	49,5	146,7884	77,3	23,43165	123,9	130,8164	176,2	179,3925
28	49,5	146,7884	77,3	23,43165	125,5	169,9764	177,7	221,8238
29	49,5	146,7884	77,3	23,43165	127	211,3389	185,5	515,0063
30	55,6	331,809	80,4	63,05353	127	211,3389	185,5	515,0063
31	55,6	331,809	85	157,2673	133,2	430,0439	194,7	1017,211
32	77,3	1593,257	86,5	197,1392	139,4	725,6289	194,7	1017,211
$\bar{\omega}_л$	37,38		72,45		112,46		162,80	
$G_{\omega_л}$	13,17		6,36		11,1		15,41	

Расчёт оценки расхода воздуха при выполнении работ легкой, средней, тяжелой и очень тяжелой степеней тяжести с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства осуществлялся по представленным ниже формулам.

Вначале было рассчитано среднее значение показателя расхода воздуха.

$$\bar{\omega}_л = \frac{\sum_i^n \omega_{лi}}{n}, \quad (2)$$

где $\omega_{лi}$ – значение показателя расхода воздуха у i -го испытуемого, л/мин.; среднеквадратичное отклонение

$$G_{\omega_л} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2} \quad (3)$$

и

$$n \cdot m_2 = \sum_{i=1}^n (\omega_{лi} - \bar{\omega}_л)^2, \quad (4)$$

где m_2 – выборочный центральный момент второго ряда.

Упорядоченная серия полученных значений расхода воздуха представлена в табл. 2. Промежуточная сумма S была вычислена по формуле:

$$S = \sum_i^k a_{n-i+1} \cdot (\omega_{л(n-i+1)} - \omega_{ли}), \quad (5)$$

где k – индекс, имеющий значения от 1 до $\frac{n}{2} = 16$; a_{n-i+1} – коэффициент, имеющий специальное значения для объема выборки n (его значения, приведенные в табл. 2, взяты из табл. 10)⁴.

⁴ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения: М.: Госстандарт России, 2002. 31 с. (Государственные стандарты России).

Таблица 2. Упорядоченная серия полученных значений расхода воздуха при выполнении работ разной степени тяжести с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату при помощи спасательного устройства

k	$\omega_{л(32-k+1)}$	$\omega_{лк}$	$\omega_{л(32-k+1)} - \omega_{лк}$	a_{n-i+1}	$a_{n-i+1} \cdot \omega_{л(n-k+1)} - \omega_{лк}$
Легкой степени тяжести					
1	77,3	15,5	61,8	0,41839	25,85664421
2	55,6	18,5	37,1	0,28971	10,74827993
3	55,6	18,5	37,1	0,25161	9,334621873
4	49,5	23,2	26,3	0,21531	5,662696905
5	49,5	23,2	26,3	0,18815	4,948258059
6	49,5	23,2	26,3	0,16463	4,32976831
7	49,5	26,3	23,2	0,14458	3,354304464
8	49,5	27,8	21,7	0,12944	2,808932639
9	47,9	27,8	20,1	0,10922	2,195353234
10	41,7	27,8	13,9	0,09340	1,298255285
11	41,7	29,4	12,3	0,07796	0,958881589
12	40,2	29,4	10,8	0,06304	0,680854257
13	40,2	30,9	9,3	0,04857	0,451664812
14	40,2	34	6,2	0,03418	0,211888621
15	40,2	35,5	4,7	0,02044	0,096044763
16	38,6	38,6	0	0,00695	0
S					72,936
S^2					5319,725
Средней степени тяжести					
1	86,5	57,2	29,3	0,41839	12,25889442
2	85	61,8	23,2	0,28971	6,721296345
3	80,4	61,8	18,6	0,25161	4,679891289
4	77,3	64,9	12,4	0,21531	2,6698647
5	77,3	64,9	12,4	0,18815	2,333019009
6	77,3	68	9,3	0,16463	1,531058756
7	77,3	68	9,3	0,14458	1,344613427
8	77,3	68	9,3	0,12944	1,203828274
9	77,3	68,5	8,8	0,10922	0,961149674
10	77,3	69,5	7,8	0,09340	0,728517354
11	77,3	69,5	7,8	0,07796	0,608071252
12	74,2	69,5	4,7	0,06304	0,296297686
13	74,2	71,1	3,1	0,04857	0,150554937
14	74,2	71,1	3,1	0,03418	0,10594431
15	74,2	72,6	1,6	0,02044	0,03269609
16	72,6	72,6	0	0,00695	0
S					35,625
S^2					1269,19
Тяжелой степени тяжести					
1	114,4	69,5	44,9	0,41839	18,78581432
2	108,2	69,5	38,7	0,28971	11,21181761
3	102	69,5	32,5	0,25161	8,177229403
4	102	74,1	27,9	0,21531	6,007195576
5	100,5	74,2	26,3	0,18815	4,948258059
6	98,9	77,3	21,6	0,16463	3,556007433
7	97,4	77,3	20,1	0,14458	2,906099988
8	94,3	77,3	17	0,12944	2,200546307
9	92,7	80,4	12,3	0,10922	1,343425113
10	92,7	80,4	12,3	0,09340	1,148815828
11	92,7	80,4	12,3	0,07796	0,958881589
12	91,2	83,5	7,7	0,06304	0,485423868
13	89,6	83,5	6,1	0,04857	0,296253264

k	$\omega_{л(32-k+1)}$	$\omega_{лк}$	$\omega_{л(32-k+1)} - \omega_{лк}$	a_{n-i+1}	$a_{n-i+1} \cdot \omega_{л(n-k+1)} - \omega_{лк}$
14	89,6	86,5	3,1	0,03418	0,10594431
15	88,1	86,5	1,6	0,02044	0,03269609
16	88,1	86,5	1,6	0,00695	0,011125709
S					62,175
S^2					3865,797
Очень тяжелой степени тяжести					
1	194,7	131,4	63,3	0,41839	26,48423266
2	194,7	139,1	55,6	0,28971	16,10793434
3	185,5	142,2	43,3	0,25161	10,89458564
4	185,5	142,2	43,3	0,21531	9,322995284
5	177,7	145,3	32,4	0,18815	6,095952894
6	176,2	145,3	30,9	0,16463	5,087066189
7	173,1	148,4	24,7	0,14458	3,571177597
8	170	148,4	21,6	0,12944	2,795988249
9	170	154,5	15,5	0,10922	1,692934086
10	170	154,5	15,5	0,09340	1,447694742
11	170	154,5	15,5	0,07796	1,208346718
12	170	154,5	15,5	0,06304	0,977151942
13	170	160,7	9,3	0,04857	0,451664812
14	166,9	162,3	4,6	0,03418	0,157207686
15	163,8	162,3	1,5	0,02044	0,030652584
16	163,8	162,3	1,5	0,00695	0,010430352
S					86,336
S^2					7453,907

С целью проведения сравнительного анализа расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести с нормативными значениями показателей потребления воздуха, результаты $\bar{\omega}_л$ были внесены в табл. 3. Полученные значения расхода воздуха при выполнении работ различных степеней тяжести превышают нормативное значение: в показателях лёгкой тяжести в 2,9 раза, средней тяжести в 2,4 раза; тяжёлой – 1,8 раза и очень тяжёлой в 1,9 раза.

Достоверность полученных результатов расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести была определена с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для определения уровня значимости $\alpha = 0,05$ и $n = 32$ по Критерию Шапиро-Уилка принимаем значение $W_{\text{табл}} = 0,930$. Таким образом полученное значение W , представленное в табл. 4 сравниваем с показателем $W_{\text{табл}} = 0,930$ на определение соответствия достоверности.

Таблица 3. Сравнительного анализа расхода воздуха

Степень тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату	Нормальное значение показателя потребления воздуха, л/мин	$\bar{\omega}_л$, л/мин
Легкая	12,5	37,38
Средняя	30	72,45
Тяжелая	60	112,46
Очень тяжелая	85	162,80

Таблица 4. Результаты экспериментальных исследований

Степень тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату	G_{ω_l}	$n \cdot m_2$	S^2	W
Легкая	13,17	5552,06	5319,725	0,958
Средняя	6,36	1296,77	1269,190	0,978
Тяжелая	11,10	3946,91	3865,797	0,979
Очень тяжелая	15,41	7607,61	7453,907	0,979

1. Показатель легкой степени тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату:

$$W = 0,958 \geq W_{\text{табл}} = 0,930. \quad (6)$$

2. Показатель средней степени тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату:

$$W = 0,978 \geq W_{\text{табл}} = 0,930. \quad (7)$$

3. Показатель тяжёлой степени тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату:

$$W = 0,979 \geq W_{\text{табл}} = 0,930. \quad (8)$$

4. Показатель очень тяжёлой степени тяжести выполняемой работы с учетом подключения пострадавшего к дыхательному аппарату:

$$W = 0,979 \geq W_{\text{табл}} = 0,930. \quad (9)$$

Список литературы

1. 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. С. 90.

2. Шарабанова И. Ю., Шипилов Р. М., Харламов А. В. Применение новых технических средств обучения в подготовке будущих пожарных и спасателей, работающих в экстремальных ситуациях // В мире научных открытий. 2014. № 9 (57).

3. Шипилов Р. М., Казанцев С. Г., Шарабанова И. Ю., Ишухина Е. В., Орлов Е. А. Разработка технических средств для обучения и контроля адаптационной мобильности курсантов вузов ГПС МЧС России // EUROPEAN SOCIAL SCIENCE JOURNAL. 2016. № 1. С. 332–335.

4. Шипилов Р. М., Казанцев С. Г., Шарабанова И. Ю., Ведяскин Ю. А. Формирование адаптационной мобильности спасателей к проведению эвакуации (спасению) пострадавших с применением новых методов обучения // В мире научных открытий. 2015. № 3.2 (63). С. 1156–1174.

5. Боландина Е. С. Влияние опасных факторов пожара на организм человека // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 2. URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16913>.

Результаты экспериментальных исследований, исходя из уравнений 6–9, констатировали достоверность полученных результатов.

Выводы:

В ходе проведения исследования были дополнены упражнения направленные на имитацию выполнения работ различных степеней тяжести методом подключения условного пострадавшего к ДАСВ. С целью определения расхода воздуха газодымозащитником при выполнении работ разной степени тяжести был выявлен средний показатель расхода воздуха при выполнении работы лёгкой степени тяжести $37,38 \pm 13,17$; средней степени тяжести $72,45 \pm 6,36$; тяжёлой степени тяжести $112,46 \pm 11,1$ и очень тяжёлой степени тяжести $162,8 \pm 15,41$. Также был произведён сравнительный анализ расхода воздуха газодымозащитником, который показал следующие значения: в показателях лёгкой тяжести в 2,9 раза, средней тяжести в 2,4 раза; тяжёлой – 1,8 раза и очень тяжёлой в 1,9 раза. В конце исследования выявили достоверность полученных результатов при $W_{\text{табл}} = 0,930$.

6. Коршунов И. В., Смагин А. В., Панков Ю. И., Андреев Д. В. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 4 (68). С. 82–88.

7. Стрелец В. М., Бородич П. Ю., Ковалев П. А. Раскрытие закономерностей расхода запаса воздуха при работе спасателей в аппаратах на сжатом воздухе // Проблемы пожарной безопасности: сборник научных трудов. Харьков, 2014. С. 236–242. URL: http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/strelec_borodich_tarahno.pdf.

References

1. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M., Harlamov A. V. Primenenie novykh metodov podgotovki i obuchenija spasatelej, rabotajushhih v chrezvychajnyh situacijah [Application of new methods for the training and education of emergency responders]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2014, issue 4. P. 90.

2. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M., Harlamov A. V. Primenenie novykh tehnicheskikh sredstv obuchenija v podgotovke budushhih pozharных i spasatelej, rabotajushhih v jekstremal'nyh situacijah [The use of new technical training tools in the preparation of future firefighters and rescuers working in extreme situations]. *V mire nauchnyh otkrytij*, 2014, vol. 9 (57).

3. Shipilov R. M., Kazancev S. G., Sharabanova I. Yu., Ishuhina E. V., Orlov E. A. Raz-

rabotka tehničkih sredstv dlja obuchenija i kontrolja adaptacionnoj mobil'nosti kursantov vuzov GPS MCHS Rossii [Development of technical tools for training and monitoring the adaptive mobility of cadets of higher educational institutions of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies]. *EUROPEAN SOCIAL SCIENCE JOURNAL*, 2016, issue 1, pp. 332–335.

4. Shipilov R. M., Kazancev S. G., Sharabanova I. Yu., Vedjaskin Ju. A. Formirovanie adaptacionnoj mobil'nosti spasatelej k provedeniju jevakuacii (spaseniju) postradavshih s primeneniem novyh metodov obuchenija [Formation of adaptive mobility of rescuers to evacuate (rescue) victims using new training methods. *V mire nauchnyh otkrytij*, 2015, vol. 3.2 (63), pp. 1156–1174.

5. Bolandina E. S. Vlijanie opasnyh faktorov pozhara na organizm cheloveka [The influence of dangerous fire factors on the human body]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj*

vestnik, 2017, issue 2. URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16913> (data obrashhenija: 26.06.2019).

6. Korshunov I. V., Smagin A. V., Pankov Yu. I., Andreev D. V. O poiskovo-spasatel'nyh rabotah zvena gazodymozashhitnoj sluzhby [On search and rescue operations of the gas and smoke protection service]. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti*, 2016, vol. 4 (68), pp. 82–88.

7. Strelec V. M., Borodich P. Ju., Kovalev P. A. Raskrytie zakonomernostej rashoda zapasa vozduha pri rabote spasatelej v apparatah na szhatom vozduhe [Disclosure of the patterns of air flow rate during the work of rescuers in compressed air devices]. *Problemy pozharnoj bezopasnosti: sbornik nauchnyh trudov*. Har'kov, 2014, pp. 236–242. URL: http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/strelec_borodich_tarahno.pdf.

Захаров Дмитрий Юрьевич

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

E-mail: mr.dmitriyazkharov@mail.ru

Zakharov Dmitry Yurievich

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

E-mail: mr.dmitriyazkharov@mail.ru

Шипилов Роман Михайлович

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

E-mail: rim-sgpru@rambler.ru,

Shipilov Roman Mikhailovich

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

E-mail: rim-sgpru@rambler.ru

Давиденко Антон Сергеевич

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

E-mail: david88-2004@mail.ru

Davidenko Anton Sergeevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo
head of department
E-mail: david88-2004@mail.ru

Орлов Евгений Артурович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
заместитель начальника кафедры
E-mail: Fmi80@mail.ru

Orlov Evgeny Arturovich

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
Deputy Head of Department
E-mail: Fmi80@mail.ru

Волков Олег Геннадьевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
преподаватель
E-mail: Oleg_volkov-90@bk.ru

Volkov Oleg Gennadievich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo
teacher
E-mail: Oleg_volkov-90@bk.ru

УДК 378.146

ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ ЗНАНИЙ

О. Г. ЗЕЙНЕТДИНОВА, И. Ю. ШАРАБАНОВА, А. В. ПРОНИН,
П. В. ДАНИЛОВ, Д. Н. КОСТЫЛЕВ, А. Р. РОМАНОВА
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: KGZiUii@mail.ru

Психологическая готовность к действию в чрезвычайных ситуациях специалиста «опасных профессий» определяется лабильностью профессионального мышления, что в значительной степени определяется качеством полученного образования. Нами было проведено исследование уровня остаточных знаний курсантов и студентов выпускных курсов. Полученные результаты позволили обнаружить проблемные компоненты преподавания и определить основные направления введения инновационных образовательных технологий.

Ключевые слова: учебная деятельность, адаптация, контроль знаний, психологическая готовность, профессиональная деятельность.

ASSESSMENT OF THE FORMATION OF THE PSYCHOLOGICAL READINESS OF STUDENTS TO ACTIVITIES IN EMERGENCY SITUATIONS BASED ON ACQUIRED KNOWLEDGE

O. G. ZEJNETDINOVA, I. YU. SHARABANOVA, A. V. PRONIN,
P. V. DANILOV, D. N. KOSTYLEV, A. R. ROMANOVA
Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of
the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and
Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: KGZiUii@mail.ru

Psychological readiness for action in emergency situations specialist "dangerous professions" is determined by lability of professional thinking, which is largely determined by the quality of education. We conducted a study of the level of residual knowledge of cadets and graduate students. The obtained results allowed to discover the problem components of teaching and to determine the main directions of introduction of innovative educational technologies.

Key words: educational activity, adaptation, knowledge control, psychological readiness, professional activity.

Современные направления развития высшего образования, обусловленные преобразованиями во всех сферах деятельности государства, потребовали новых подходов к совершенствованию профессиональной подготовки специалистов. Компетентностный подход повлек за собой кардинальные изменения не только в содержании учебных программ, но и внедрение в образовательный процесс но-

вых методов обучения. Инновационный подход особенно актуален для вузов МЧС России, осуществляющих профессиональную подготовку специалистов, стоящих на переднем крае борьбы с природными катаклизмами и техногенными катастрофами. Именно от профессиональной грамотности и психологической готовности специалистов «опасных» профессий, определяемыми в значительной степени закрепленными навыками и умениями, зависят жизнь и благополучие людей. Тенденции последнего времени показывают, что образовательным организациям необходимо вы-

пускать специалистов, которые в равной степени хорошо владеют теорией в сфере выбранной профессии, а также готовы на практике применить полученные знания. Это касается как выпускников высших учебных заведений, так и специалистов, получивших среднее профессиональное образование.

При этом эффективность подготовки в учебных заведениях должна быть в первую очередь основана на оценке удовлетворенности работодателя выпускником. МЧС России, в том числе, предстоит выработать критерии оценки эффективности образования в собственных профильных вузах и выбрать для себя оптимальные методы обучения, позволяющие выпускать наиболее подготовленных к работе в сложных условиях специалистов [1].

Наметившиеся противоречия в критериях оценки на уровне учебного заведения и на уровне работодателя показали, что на данном этапе традиционная система профессиональной подготовки и оценки результатов не оправдывает себя в полной мере, так как не учитывает произошедших изменений в объеме и сложности решаемых министерством задач по ликвидации последствий ЧС.

Не менее важной является задача совершенствования методик измерения уровня профессиональной подготовленности к деятельности в условиях ЧС на различных этапах обучения.

И, как уже неоднократно подчеркивалось, разрешение противоречий между сложившейся системой обучения и требованиями к специалистам «опасных» профессий возможно лишь при условии концептуального обоснования и разработки организационно-педагогической системы профессиональной подготовки деятельности в чрезвычайных ситуациях [1, 2].

Система закрепления полученных знаний, необходимых будущему спасателю, должна носить комплексный характер, обусловленный постановкой определенных задач на каждой конкретной дисциплине и вовлечения междисциплинарных связей, расширяющие возможности создания ситуационных моделей в ходе изучения. Для того чтобы оценить системно-адаптированный подход, учитывающий междисциплинарные связи при подготовке пожарных-спасателей, мы провели анализ контроля уровня остаточных знаний у выпускников.

Остаточными считаются знания, включающие часть изученного материала, которые длительное время сохраняются в памяти респондента и обеспечивают минимум умений и навыков, необходимых для будущей практической деятельности [3,4]. Основная задача гра-

мотного построения хода учебного процесса заключается в том, чтобы остаточные знания были обширными, глубокими и имели специализированную направленность, связанную с родом предполагаемой профессиональной деятельности.

Нами были выбраны дисциплины медико-биологического профиля («Основы первой помощи», «Экология») по нескольким параметрам. Во-первых – это дисциплины, освоение которых преимущественно проходит на первом курсе, то есть имеет место максимальный временной промежуток от момента освоения дисциплины до проверки остаточных знаний.

Во-вторых, это дисциплины, заканчивающиеся зачетом, что формирует в понимании обучающихся менее ответственное отношение к подготовке к аттестации по данному предмету. Данные дисциплины непродолжительны по времени прохождения. На их изучение каждой из них отводится не более трех зачетных единиц.

В-третьих, в понимании курсантов, особенно на начальном этапе освоения, – это дисциплины весьма опосредованно относятся непосредственно к будущей деятельности курсантов. Безусловно, это заблуждение, и чтобы подчеркнуть значимость выбранных дисциплин в профессиональном становлении обучаемых следует отметить, что ряд тем, изучаемых на данных предметах имеют четкие междисциплинарные связи с дисциплинами, которые проходят на старших курсах. Для «Основ первой помощи» – это дисциплины «Медицина катастроф» и «Медико-биологические основы безопасности».

Более того, согласно Федеральному закону от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ в статье 31 устанавливается обязанность по оказанию первой помощи для лиц, которые в силу профессиональных обязанностей первыми оказываются на месте происшествия с пострадавшими (спасатели, пожарные, сотрудники полиции). Кроме вышеуказанного закона, обязанность изучать и оказывать первую помощь, закреплена в ФЗ 68-ФЗ от 21 декабря 1994 года «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в ФЗ 151-ФЗ от 22 августа 1995 года «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей». Именно поэтому в ВУЗах МЧС России в базовой части дисциплин находится «Основы первой помощи». Перечень тем, изучаемых по дисциплине, создается в строгом соответствии с руководящими документами, в частности с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 4 мая 2012 г.

№ 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи».

В главе XIII «Основы формирования экологической культуры» Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» отмечается, что «в целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов преподавание основ экологических знаний осуществляется в учреждениях высшего и дополнительного образования, независимо от их профиля». В основе программы по дисциплине «Экология» лежит блок тем, связанных с экологией ЧС, в том числе экологическими последствиями пожаров, и эта тематика находит продолжение в специальных дисциплинах. Более того завершающим этапом овладения экологическими знаниями являются выпускные квалификационные работы, которые либо полностью посвящены вопросам экологической безопасности в условиях ЧС или содержат раздел, посвященный экологическому обоснованию принимаемых решений.

Основная цель экологического обучения в ВУЗах МЧС России заключается в том, чтобы будущие специалисты могли предвидеть экологические последствия чрезвычайных ситуаций, были к этому психологически готовы и заранее могли продумать свои решения и действия в этих обстоятельствах. Средства защиты человека и среды его обитания от пожаров и ЧС являются объектами профессиональной деятельности выпускников. Знание теоретических положений, методов оценки и нормативных документов в сфере воздействия пожаров и чрезвычайных ситуаций на человека и окружающей среды крайне необходимы будущим профессионалам в области пожарной и техносферной безопасности, так как они, согласно ФГОС ВО, будут осуществлять организационно-управленческую, научно-исследовательскую, проектно-конструкторскую, сервисно-эксплуатационную, экспертную, надзорную и инспекционно-аудиторскую виды деятельности.

Целью нашего исследования являлось не только проведение анализа сохранности знаний по медико-биологическим дисциплинам у студентов и курсантов 4-го и 5-го годов обучения, но и изучение мнения респондентов о необходимости внесения корректив в преподавании дисциплин данной направленности в пожарно-техническом вузе, что позволит установить «обратную связь» с выпускниками для уточнения вопросов, связанных с внедрением в образовательный процесс и использованием инновационных методик преподавания.

Для соблюдения чистоты эксперимента задания курсантам и студентам давались без предупреждения, обучающимся не предлагалось повторить материал, что исключало возможность предварительного подготовки. Тестирование проводилось одновременно для всего курса в лекционной аудитории. Комплект материалов для обучаемых включал тестовые задания и бланк с вариантами ответа. Тестирование проводилось анонимно. За ходом тестирования наблюдала группа преподавателей. Дальнейшую статистическую обработку результатов проводили с использованием программы MS Excel 2016.

Перечень вопросов включал основные понятия и определения, на которых базируется изучение дисциплины, а также тестовые вопросы относящиеся непосредственно к будущей деятельности выпускников.

Тесты включали вопросы с одиночным и множественным выбором и были направлены на анализ степени усвоения теоретических знаний и практических навыков.

В опросе участвовало 115 курсантов и студентов выпускных курсов. Для оценки знаний курсантов и студентов установлены были следующие критерии. Оценка «неудовлетворительно» выставлялась, если респондент отвечал менее чем на 50 % вопросов (менее 15 правильных ответов из 30 вопросов); оценка «удовлетворительно» от 51 до 70 % правильных ответов (от 16 до 21 правильных ответов); оценка «хорошо» от 71 до 85 % правильных ответов (от 22 до 27 правильных ответов); оценка «отлично» при показателе более 86 % правильных ответов при решении теста (более 27 правильных ответов).

При анализе результатов (рис. 1) было выявлено, что большая часть опрошенных показала удовлетворительные и хорошие знания по дисциплинам медико-биологической направленности, неудовлетворительно ответили 28 человек (23 %), удовлетворительно 78 человек (65 %), хорошо 14 человек (12 %). Однако все же следует отметить в основном удовлетворительные знания обучаемых.

В большей степени нас интересовал анализ результатов выполнения заданий по тематике предложенных тестов (рис. 2), которые мы в последующем привязали к применяемой методике преподавания той или иной темы.

Анализ опроса (рис. 2) показал, что по дисциплине «Основы первой помощи» обучающиеся показали наилучшие результаты при ответе на 6 блок вопросов (100 отвеченных вопросов из 115), что составило 87 %. Больше ошибок было допущено на 8 блоке (91 отвеченных вопроса

из общих 115), что составило 79,1 % правильных ответов, на 4 блоке вопросов (82 ответенных вопроса из общих 115), что соответствовало 71,3 %, на 2 блоке вопросов (461 ответ из 690), что составило 66,8 % правильных ответов. Удовлетворительные знания были показаны обучаемыми при ответе на 7 блок вопросов (62 ответенных вопроса из

115), что составило 53,9 %, на 1 блок вопросов (64 ответенных вопроса из 115), что составило 55,65 %, 5 блок (609 ответенных вопросов из 1035), 58,84 %. Самые низкие результаты были отмечены при ответах на 3 блок вопросов (338 ответенных вопросов из 690), что составило 49 %.

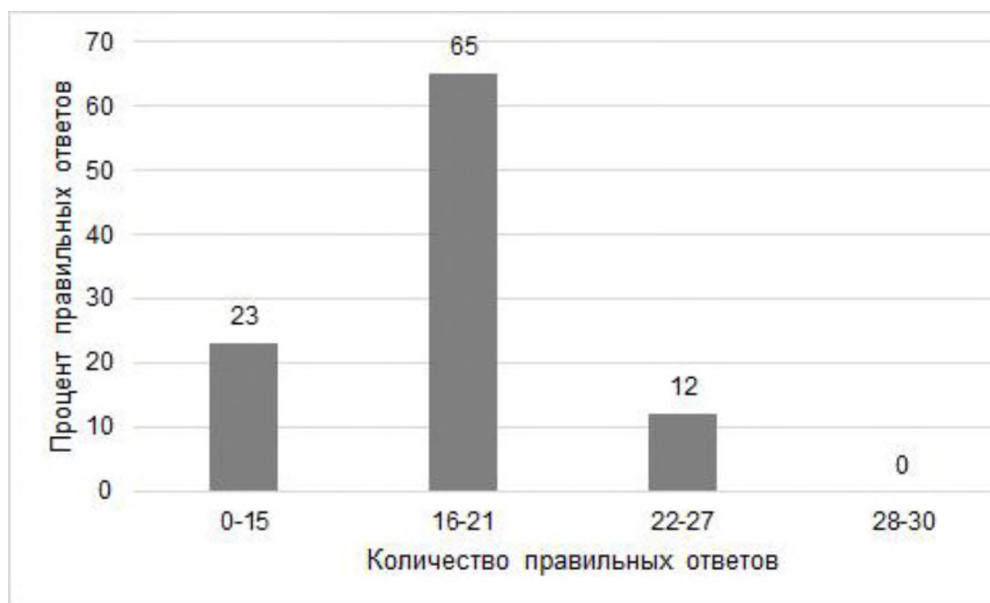


Рис. 1. Результаты тестирования остаточных знаний среди курсантов и студентов 4, 5 года обучения

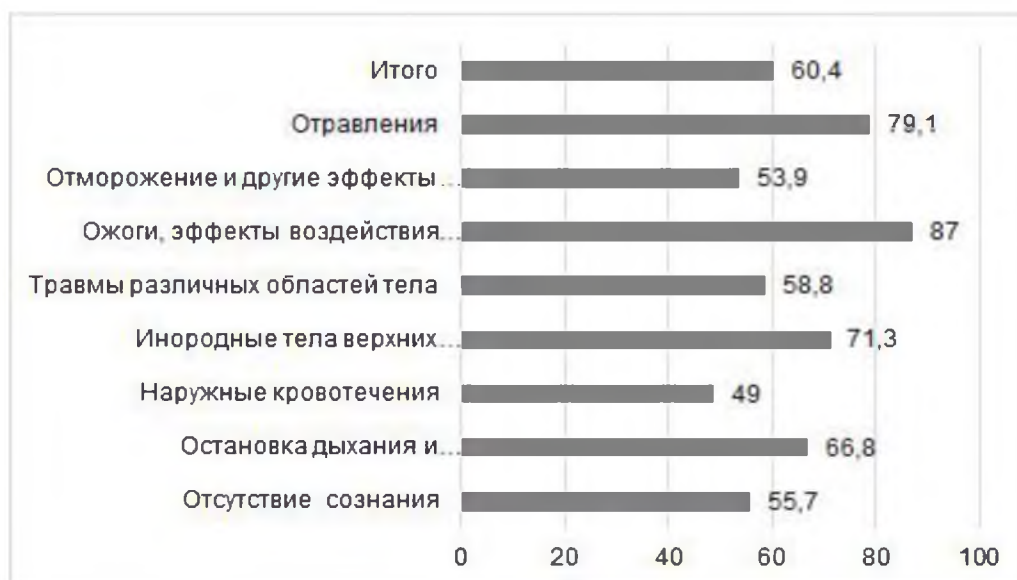


Рис. 2. Соотношение правильных и неправильных ответов по результатам тестирования остаточных знаний по дисциплине «Основы первой помощи» среди курсантов 4, 5 года обучения (блоки вопросов)

При анализе результатов тестирования осточных знаний по дисциплине «Экология» наиболее (рис. 3) успешными для запоминания оказались темы, связанные с экологическими последствиями чрезвычайных ситуаций и

пожаров. Наиболее трудными для усвоения и долгосрочного запоминания показали себя вопросы, касающиеся основ экологического права.

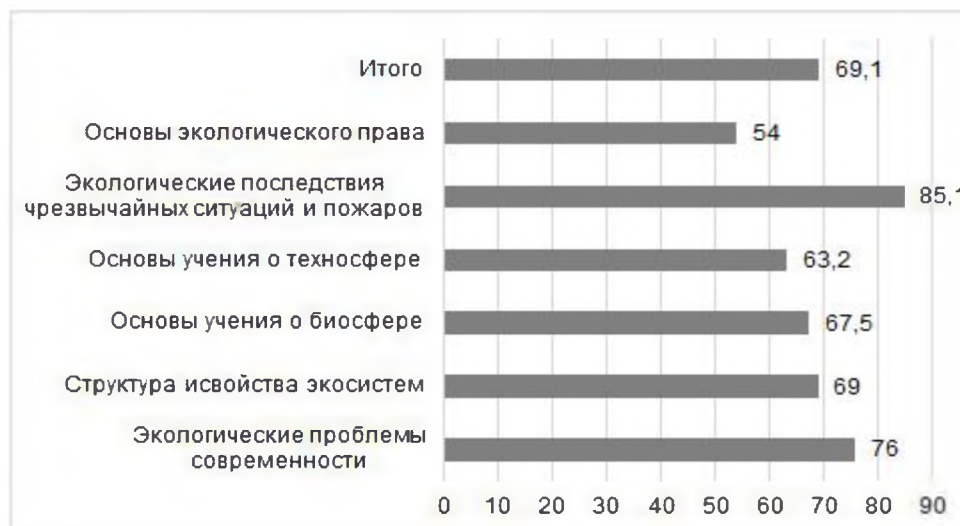


Рис. 3. Соотношение правильных и неправильных ответов по результатам тестирования остаточных знаний по дисциплине «Экология» среди курсантов 4, 5 года обучения (блоки вопросов)

Анализ результатов тестирования позволил определить наиболее оптимальный режим проведения занятий для дисциплин медико-биологического профиля в рамках выделенных для усвоения программы часов (согласно основной профессиональной образовательной программы).

Если говорить о традиционных методиках преподавания, то, безусловно, на дисциплинах, изобилующих специальной терминологией, необходим курс классических лекций, обеспечивающих плавное введение в изучаемый предмет и позволяющих в дальнейшем ориентироваться в специфичных понятиях и определениях.

Изучение дисциплины «Основы первой помощи» наиболее эффективно на практических занятиях, позволяющих отработать навыки и умения до автоматизма. Данная система позволяет не только закрепить полученные знания на долговременный период, но и обеспечивает психологическую готовность к принятию решения по методике оказания помощи пострадавшим. Это наиболее наглядно подтверждается в период обучения на комплексных учениях.

Эффективность практических занятий по дисциплине «Основы первой помощи» подтвердил и анализ опроса среди обучаемых,

нацеленный на выявление мнений студентов и курсантов об основных аспектах преподавания первой помощи. Одной из важнейших оценок проведенного анкетирования явилась его репрезентативность, как свойство, обеспечивающее надежность и достоверность полученной в ходе исследования информации. Анкетирование отражало мнения и взгляды курсантов и студентов, определяло сферы преподавания дисциплины «Основы первой помощи», в которые, по мнению обучаемых, следует внести изменения, способствующие улучшению всего процесса обучения. Девяносто процентов респондентов однозначно подтвердили необходимость в увеличении количества практических занятий. Более эффективным при изучении тем, связанных с оказанием первой помощи, явился комплексный подход. При этом практику по отработке необходимых навыков предваряет занятие, основанное на методике ситуационного анализа. И, безусловно, превалирующими по проценту усвоения и долгосрочного запоминания оказались темы, имеющие прямое отношение к будущей профессиональной деятельности курсантов, и в дальнейшем закрепляемые на смежных дисциплинах.

Аналогичную ситуацию мы наблюдали при анализе остаточных знаний по дисциплине «Экология». Наиболее эффективно показали

себя занятия с применением инновационных технологий. Занятия по темам, которые широко освещены в прессе, интернет-источниках (например, экологические проблемы современности, качество окружающей среды, экологические последствия чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера) наиболее эффективно проходят в форме круглого стола, дискуссии. На данном этапе – основная задача преподавателя, как носителя информации, пробудить интерес к обсуждаемой тематике и подтолкнуть круг обсуждаемых вопросов в нужное русло. Для курсантов подобные занятия полезны практикой публичных выступлений, учат анализировать и систематизировать большой объем информации. Они формируют психологическую готовность внимательно относиться к мнению оппонента при принятии решения, развивают критическое мышление, как формы получения новых знаний об окружающем мире.

Практика показала, что темы, касающиеся вопросов мониторинга окружающей среды, методов исследования параметров техногенного загрязнения, эколого-экономического управления риском чрезвычайных ситуаций наиболее эффективно усваиваются обучаемыми при решении ситуационных задач на практических занятиях.

Вопросы, связанные с экологической опасностью пожаров большей степени, усваивались курсантами при использовании ситуационного анализа и «мозгового штурма». Эти методы позволяют не только ввести курсантов первого года обучения в суть обозначенной проблемы, но и стимулируют их на поиск оптимальных решений при постановке проблемных задач профессионального характера.

В целом примененная методика преподавания дисциплины «Экология» оправдала себя, и курсанта показали достаточно стабильные остаточные знания по всем предлагаемым темам. Однако, при анализе результатов по дисциплине «Экология» мы, также, как и при оценке результатов тестирования по дисциплине «Основы первой помощи», отметили безусловный приоритет в долгосрочном запоминании вопросов, относящихся к профессиональной деятельности будущих пожарных спасателей.

По нашему мнению, эффективность усвоения материала на долгосрочный период напрямую зависит от целесообразности применяемой методики преподавания. Для дисциплин медико-биологического профиля приоритетным является использование учебных ситуаций профессиональной направленности. Значение таких ситуаций в том, что они позволяют: а) позиционируя предлагаемую ситуацию с

воображаемой профессиональной деятельностью, развивать у курсантов профессиональное мышление, накапливать умения для грамотных действий в типичных чрезвычайных ситуациях и обладать психологической готовностью к принятию решений в экстремальных условиях; б) создавая у обучающихся модель профессиональной ситуации, обучать курсантам профессиональным умениям, навыкам, давая посыл в будущем обращения курсанта к собственному профессиональному пусть и учебному опыту.

Проведенные нами исследования по выявлению специфики влияния различных составляющих индивидуальности на стиль и успешность профессиональной деятельности позволили определить на основе учета динамики социально-психологических и личностных характеристик курсантов основные направления оптимизации процесса адаптации к условиям обучения и работы в экстремальных ситуациях. В ходе выявления особенностей влияния индивидуальных психофизиологических характеристик курсантов на адаптацию были выявлены определяющие факторы, среди которых принципиальное значение имели наряду с социально-психологическими, личностным характеристиками успешность обучения и освоения дисциплин.

При изучении динамики адаптированности у курсантов выявлено, что уже при переходе от первого года обучения ко второму число курсантов с низким уровнем психофизиологической адаптации снижается независимо от возраста (рис. 4).

На более старших курсах менее значимыми становятся такие показатели, как уровень раннее полученного среднего образования, социальное происхождение, опыт военной службы. При анализе результатов отмечено, что наиболее значимые отличия в показателях функционального состояния, индивидуально-личностных и социально-психологических характеристик наблюдаются именно у наиболее успешно проявивших себя в учебной деятельности и отстающих курсантов. Курсанты, более «успешные» в учебе, проявили себя, как легко адаптирующиеся к профессиональным требованиям. Кроме того, сравнение групп «успешных» и «отстающих» курсантов представляет интерес еще и в связи с тем, что явные затруднения в деятельности «отстающих» курсантов, определяют их как категорию лиц, нуждающихся в дополнительных поддерживающих мероприятиях и более тщательного подбора методик преподавания, направленных на формирование психологической готовности к ведению профессиональной деятельности.

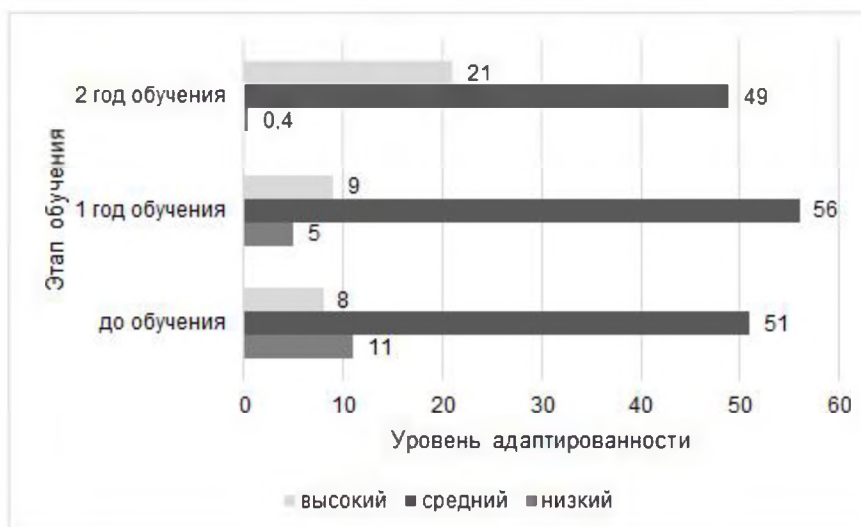


Рис. 4. Распределение курсантов по уровням адаптации

Таким образом, показано, что такое необходимое качество специалиста «опасных профессий», как «готовность к риску» имеет значимую положительную корреляцию с креа-

тивностью и с лабильностью профессионального мышления, что в значительной степени определяется системностью образования.

Список литературы

1. Узун О. Л. Система научного обеспечения профессиональной подготовки специалистов МЧС России к деятельности в чрезвычайных ситуациях: автореферат дис. ... д-ра пед. наук. С.-Пб., 2012. 51 с.
2. 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.
3. Кислякова Ю. Г. Квалиметрическая технология диагностики остаточных знаний студентов: дис. ... канд. пед. наук. Ижевск, 2002. 158 с.
4. Нохрина Н. Н. Система тестового контроля // Высшее образование в России. 2002. № 1. С. 106–107.

References

1. Uzun O. L. *Sistema nauchnogo obespecheniya professional'noj podgotovki specialistov MCHS Rossii k deyatel'nosti v chrezvychajnyh situacijah. avtoreferat dis. ... d-ra ped. nauk* [The system of scientific support for professional training of EMERCOM of Russia specialists in emergency situations]. S.-Pb, 2012. 51 p.
2. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M., Harlamov A. V. *Primenenie novyh metodov podgotovki i obucheniya spasatelej, rabotayushchih v chrezvychajnyh situacijah* [The use of new methods of training and training rescuers working in emergency situations]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, issue 4.
3. Kislyakova Yu. G. *Kvalimetricheskaya tekhnologiya diagnostiki ostatochnyh znaniy studentov: dis. ... kand. ped. nauk.* [Qualimetric diagnostics technology residual knowledge of students]. Izhevsk, 2002. 158 p.
4. Nohrina N. N. *Sistema testovogo kontrolya* [Test control system]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2002, issue 1, pp. 106–107.

Зейнетдинова Ольга Геннадьевна
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново,
кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры
E-mail: zeinet@bk.ru

Zeinetdinova Ol'ga Gennad'evna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of biological Sciences, associate Professor, associate Professor of unit
E-mail: zeinet@bk.ru

Шарабанова Ирина Юрьевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат медицинских наук, доцент, заместитель начальника академии по научной работе
E-mail: sharabanova@bk.ru
Sharabanova Irina Yur'evna
Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of medical Sciences, associate Professor, Deputy head of the Academy for scientific work
E-mail: sharabanova@bk.ru

Пронин Артем Викторович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
Старший преподаватель
E-mail: doctormchs1978@mail.ru
Pronin Artem Viktorovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»
Russian Federation, Ivanovo
senior lecturer
E-mail: doctormchs1978@mail.ru

Данилов Павел Владимирович

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

Danilov Pavel Vladimirovich

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

Костылев Дмитрий Николаевич

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

Kostylev Dmitrij Nikolaevich

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

Романова Алина Романовна

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

Курсант

E-mail: KGZiUii@mail.ru

Romanova Alina Romanovna

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

Cadet

E-mail: KGZiUii@mail.ru

УДК 614.8

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ДОЗНАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

Е. В. КАРАСЕВ, Н. А. ТАРАТАНОВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: evkar75@mail.ru, taratanov_n@mail.ru

В статье раскрывается необходимость выработки подходов к оценке результативности и эффективности работы дознавателей надзорных органов МЧС России в существующих социально-экономических условиях с учетом совершенствования деятельности по раскрытию преступлений, связанных с пожарами и нарушениями требований пожарной безопасности позволила предложить ряд направлений, показателей и критериев. В основе методики – результаты анализа законодательных и нормативных правовых актов Российской Федерации, регламентирующих деятельность должностных лиц органов дознания Государственной противопожарной службы Федеральной противопожарной службы (ГПН ФПС), исторического опыта оценки эффективности деятельности следственных органов и органов дознания. Проблема объективной оценки уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России назрела давно, поскольку именно ГПН ФПС как орган дознания является той видимой частью государства, с которой, прежде всего и чаще всего сталкивается человек, пострадавший от пожара. Результаты научных исследований в области разработки методических подходов по оценке эффективности уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России, анализ нормативных правовых актов регламентирующих порядок определения показателей результативности и эффективности деятельности, а также опросы и анкетирование должностных лиц подразделений дознания обучающихся в ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России позволили выделить определенные виды профессиональной деятельности требующие оценки. Результаты данной работы позволят создать эффективный инструмент повышения качества уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России.

Ключевые слова: критерии, показатели, направления оценки деятельности, эффективность деятельности, организационно-управленческая деятельность, прием и регистрация сообщений о преступлениях, расследование преступлений связанных с пожарами, деятельность по обеспечению возмещения материального ущерба от пожара.

THE ESTIMATION OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF BODIES OF INQUIRY GPN FPS

E. V. KARASEV, N. A. TARATANOV

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: evkar75@mail.ru, taratanov_n@mail.ru

The article reveals the need to develop approaches to assessing the effectiveness and efficiency of the investigators of the Supervisory bodies of the Ministry of emergency situations of Russia in the existing socio-economic conditions, taking into account the improvement of activities to solve crimes related to fires and violations of fire safety requirements allowed us to offer a number of areas, indicators and criteria. The methodology is based on the results of the analysis of legislative and regulatory legal acts of the Russian Federation regulating the activities of officials of the state fire service of the Federal fire service (GPN FPS), the historical experience of assessing the effectiveness of investigative bodies and bodies of inquiry. The problem of objective evaluation of the criminal procedural activities of the officers of GPN of EMERCOM of Russia is long overdue, since the FPG FPS as the inquiry body is the visible part of the state, which, first of all, and often facing people affected by the fire. The results of scientific research in the field of development

of methodical approaches to the evaluation of the effectiveness of the criminal-procedural activities of the officers of GPN of EMERCOM of Russia, the analysis of normative legal acts regulating an order of definition of indicators of effectiveness and efficiency of activities, as well as the surveys and questionnaires of officials of the units of inquiry students in the DEPARTMENT IN firefighting and rescue Academy Ivanovo state fire service of EMERCOM of Russia has allowed to allocate certain types of professional activities requiring evaluation. The results of this work will create an effective tool to improve the quality of criminal procedure activities of officials of GPN FPS EMERCOM of Russia.

Key words: criteria, indicators, directions of activity assessment, activity efficiency, organizational and managerial activity, reception and registration of reports on crimes, investigation of crimes connected with fires, activity on ensuring compensation of material damage from fire.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью выработки подходов к оценке результативности и эффективности работы дознавателей надзорных органов МЧС России в существующих социально-экономических условиях с учетом перехода на риск ориентированную модель осуществления надзорной деятельности, а также совершенствованием деятельности по раскрытию преступлений, связанных с пожарами и нарушениями требований пожарной безопасности.

Целью исследования является проведение анализа законодательных и нормативных правовых актов Российской Федерации, регламентирующих деятельность должностных лиц органов государственных надзоров МЧС России в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определение перечня показателей и критериев оценки деятельности должностных лиц органов ГПН ФПС МЧС России и их научно-техническое обоснование, а также последующая подготовка проекта методики оценки деятельности инспекторского состава надзорных органов МЧС России.

Практическая значимость работы определяется необходимостью реализации Государственной программы Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» (далее – Государственная программа), утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 300, в части достижения значений целевых показателей (индикаторов) Государственной программы. В том числе для повышения результативности и эффективности организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора, оптимизации расходных обязательств Российской Федерации по финансированию и материально-техническому обеспечению государственных надзоров МЧС России.

Разработка критериев оценки деятельности должностных лиц позволит оценить качество, результативность и эффективность уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц органов ГПН ФПС МЧС России. Кроме того, полученные данные могут:

- стать основой создания механизма стимулирования сотрудников,
- наглядно представить объективные данные о текущем состоянии, а в дальнейшем о динамике успешности сотрудников на основе внешней оценки деятельности.
- выявить потенциал и проблемные направления для работы по повышению эффективности деятельности сотрудников согласно полученным данным,
- провести системную самооценку сотрудниками собственных результатов профессиональной деятельности,
- повысить заинтересованность дознавателей в качестве своей деятельности,
- активизировать все виды деятельности, ориентированные на повышение рейтинга МЧС России.

Оценку результативности и эффективности предлагается проводить за календарный год. Для этого необходимо:

- выделение направлений деятельности, по которым будет проводиться оценка эффективности работы дознавателя;
- разработка показателей деятельности по видам деятельности;
- разработка корректирующих коэффициентов по отдельным направлениям деятельности, стимулирующих стабильную работу по выполнению показателей деятельности;
- разработка методики расчетов для оценки эффективности деятельности на основе показателей деятельности и корректирующих коэффициентов;
- разработка методики для оценки состояния организационно-управленческой деятельности;
- разработка методики формирования итогового рейтинга в системе оценки эффективности деятельности.

Проблема объективной оценки уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России столь же давняя, как и сама правоохранительная функция государства. Особую остроту при этом приобретает постановка данного вопроса в отношении федеральной противопожарной службы. Это неудивительно, поскольку именно ГПН ФПС как орган дознания является той видимой частью государства, с которой, прежде всего и чаще всего сталкивается человек, пострадавший от пожара. Неудивительно и то, насколько многообразны и переменчивы подходы к выбору объектов, субъектов, критериев таких оценок, к соотношению поставленных целей и достигнутых результатов деятельности.

В 1975 г. при научном центре исследования проблем управления Академии МВД СССР был создан отдел, занимавшийся разработкой критериев оценки деятельности различных служб ОВД: уголовного розыска, подразделений по борьбе с хищением социалистической собственности, участковых уполномоченных, следствия и др. Вырабатываемые методики оценки после обсуждения и предварительного одобрения в МВД СССР направлялись на эксперимент в регионы.

Однако, проблема объективной оценки деятельности государственного пожарного надзора как органа дознания по делам о пожарах осталась не раскрытой, что не позволило получить комплексную и обоснованную характеристику уголовно-процессуальной деятельности ГПН в целом.

Вместе с тем катастрофические показатели обстановки с пожарами в конце XX века породили в числе прочих последствий масштабную реформу организации всей противопожарной службы.

Оценка эффективности уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц органов ГПН ФПС МЧС России – одно из приоритетных направлений совершенствования деятельности МЧС России. На основе анализа и оценки эффективности деятельности могут разрабатываться организационно-управленческие решения по её развитию и оптимизации.

За прошедшее десятилетие оценка деятельности органов государственного пожарного надзора по выработанным критериям строилась на основании различных нормативных правовых актов¹. Однако, в них не нашли

отражения вопросы оценки эффективности уголовно-процессуальной деятельности ГПН, за исключением приказа МЧС России от 8 сентября 2015 г. № 493 «Об организации и проведении конкурса на звание «Лучший сотрудник подразделений надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России», где отдельным пунктом оценивалось проведение проверки и дознания по пожару. При этом баллы начислялись за каждую проведенную проверку с последующим возбуждением либо отказом в возбуждении уголовного дела или передаче его по подследственности, а также за факт возбуждения уголовного дела.

Позже, приказом МЧС России от 26 октября 2017 г. № 469 «Об оценке главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации по осуществлению надзорной деятельности и профилактической работы» предусматривался учет раскрываемости преступлений по ст. ст. 168 УК РФ, 219, 261 УК РФ, качество расследования через количество возвращенных уголовных дел в порядке ст.

2016 г. № 934-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2016. № 21, ст. 3075; Распоряжение МЧС России № 335 от 11.08.2016 «Об утверждении показателей результативности и эффективности деятельности при осуществлении надзора в области пожарной безопасности»; Концепция основных направлений совершенствования деятельности надзорных органов МЧС России на период до 2020 года (утверждена Решением коллегии МЧС России № 4/II от 18 февраля 2015 г.); Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. № 469 «Об оценке главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации по осуществлению надзорной деятельности и профилактической работы»; Приказ МЧС России от 7 декабря 2005 г. № 876 «О критериях (показателях) деятельности органов государственного пожарного надзора»; Приказ МЧС России от 6 марта 2007 г. № 115 «О применении критериев оценки деятельности региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в области организации и осуществления государственного пожарного надзора»; Приказ МЧС России от 8 сентября 2015 г. № 493 «Об организации и проведении конкурса на звание «Лучший сотрудник подразделений надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России»; Приказ МЧС России от 19 мая 2017 № 226 «Об оценке эффективности и качества профессиональной деятельности начальников главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации».

¹Об утверждении основных направлений разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности: распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 мая

237 УПК РФ и доля внесенных дознавателями представлений об устранении обстоятельств, способствовавших совершению преступлений (в соответствии с ч. 2 ст. 158 УПК РФ), от числа расследованных уголовных дел, однако документ не вступил в силу.

В настоящее время какие-либо нормативно установленные подходы к оценке уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России претендующие на полноту охвата деятельности и объективность отсутствуют.

Безусловно, та или иная система оценки деятельности органов дознания ГПН преследует весьма широкий круг задач. Но основной задачей формирования новых систем оценки является повышение эффективности и качества расследования правонарушений в области пожарной безопасности без противопоставления общественных интересов и фактически появляющихся интересов ведомственных, например нежелательность снижения определенных показателей, особенно если динамика таких показателей прямо может не зависеть от эффективности деятельности именно ГПН.

Следовательно, при решении задач повышения эффективности уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России должны быть разработаны и внедрены научные правовые методы, которые вооружат дознавателей и их руководителей конкретными рекомендациями по законному, быстрому, всестороннему, полному и объективному проведению доследственных проверок и расследованию преступлений связанных с пожарами.

Поскольку проверочные действия по факту пожара и дознание служат основой для дальнейшего движения уголовного дела, очерчивают объем, пределы судебного рассмотрения и во многом обуславливают правильный исход его, то, вероятно, понятие качества раскрытия и расследования преступлений имеет особое практическое значение. Уголовно-процессуальный закон не дает понятия качества раскрытия и расследования преступлений, но в ряде норм определяет конкретные показатели, которые должно иметь оконченное уголовное дело. Рассмотрение этих показателей, их отдельных сторон в единстве и взаимной связи, сведение конкретных полезных свойств оконченного уголовного дела к общему понятию «качество расследования» составляют, как и понятие «эффективность расследования», задачу юридической науки [8].

Результаты научных исследований в области разработки методических подходов по оценке эффективности уголовно-

процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России, анализ нормативных правовых актов регламентирующих порядок определения показателей результативности и эффективности деятельности [1–13], а также опросы и анкетирование должностных лиц подразделений дознания обучающихся в ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России позволили выделить четыре вида профессиональной деятельности требующие оценки. К ним относятся:

1. Организационно-управленческая деятельность.
2. Прием и регистрация сообщений о преступлениях.
3. Расследование преступлений связанных с пожарами.
4. Деятельность по обеспечению возмещения материального ущерба от пожара.

Оценка эффективности и качества уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России строится на результатах, достигнутых лично каждым сотрудником.

Основными целями оценки эффективности и качества уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России являются:

- получение объективных данных о текущем состоянии и динамике успешности служебной деятельности на основе экспертной оценки;
- выявление потенциала и проблемных направлений для работы по повышению эффективности деятельности согласно полученным данным;
- проведение системной самооценки собственных результатов, эффективности и качества профессиональной деятельности;
- повышение заинтересованности в повышении качества своей деятельности;
- создание информационной базы данных, отражающей в динамике эффективность деятельности дознавателей ГПН ФПС;
- активизация всех видов деятельности, ориентированных на повышение рейтинга МЧС России;
- получение единых комплексных критериев для оценки и контроля уровня эффективности расследования правонарушений связанных с пожарами;
- получение оснований для стимулирования сотрудников в зависимости от результатов эффективности их деятельности.

Оценка эффективности и качества уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России основывается на анализе результатов их деятельности, а также личных организаторских качеств.

Оценка эффективности уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России, осуществляющих дознание по делам о пожарах должна проводиться на предлагаемых нами целевых показателях.

Целевые показатели могут изменяться (корректироваться) в установленном порядке года в зависимости от уточнения стратегических целей и определения приоритетных направлений деятельности МЧС России на год.

В ходе анализа полученной информации и формирования рейтинга, объективность значений целевых показателей, представленных должностными лицами органов ГПН ФПС МЧС России, осуществляющими дознание по делам о пожарах может быть дополнительно проверена, при этом используются:

данные, полученные в ходе инспекторских, итоговых, контрольных, специальных и внезапных проверок территориальных органов МЧС России;

данные, полученные при проведении анализа, описания и изучения действий органов управления, сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на соответствующих территориях;

оперативные и статистические данные о чрезвычайных ситуациях и происшествиях, произошедших на территории соответствующего субъекта Российской Федерации в течение отчетного года;

сведения общественного мнения о деятельности главных управлений, размещаемые в средствах массовой информации, блогах, социальных сетях или иных общедоступных источниках информации;

запросы в главные управления о предоставлении дополнительной информации для уточнения целевых показателей;

другие источники информации, отражающие деятельность главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации в течение отчетного года.

При выявлении случаев предоставления недостоверной информации, сотруднику присуждается последнее место в рейтинге.

Итоги оценки эффективности рассматриваются на аттестационных комиссиях или Коллегиях главных управлений, при этом сотрудниками, по направлениям деятельности которых выявлены худшие результаты, докладываются предложения по совершенствованию соответствующей работы.

Предлагаемые нами показатели и критерии оценки уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России приведены в таблице.

Таблица. Показатели и критерии оценки деятельности должностных лиц органов ГПН ФПС МЧС России, осуществляющих дознание по делам о пожарах

№ п/п	Наименование показателя	Критерии оценки
1. Организационно-управленческая деятельность		
1.1	Соответствие деятельности должностных лиц органов ГПН ФПС МЧС России, осуществляющих дознание по делам о пожарах, требованиям законодательства	Наличие (отсутствие) представлений (частных определений) со стороны правоохранительных, судебных, а также органов прокуратуры о нарушении УК РФ (УПК РФ). Учитывается количество представлений и частных определений
1.2	Внедрение современных механизмов управления (для руководителей органов (подразделений) дознания)	эффективность контроля выданных указаний по материалам проверки и материалам уголовного дела
1.3	Развитие механизмов взаимодействия со СМИ (для руководителей органов (подразделений) дознания)	Подготовлено и размещено интервью
		Выступления в СМИ в целях профилактики правонарушений и преступлений, связанных с пожарами
		Направлено информации в общественные объединения и организации
		Направлено представлений о применении мер по устранению обстоятельств, способствовавших совершению преступления
		Проведено встреч с представителями общественности
		Опубликовано информации на официальном сайте

№ п/п	Наименование показателя	Критерии оценки
1.4	Обучение, повышение квалификации	Обучение сотрудника или наличие высшего юридического образования
		Обучение в образовательных учреждениях с целью получения дополнительного образования, а также прохождения подготовки на курсах повышения квалификации по профилю деятельности
1.5	Участие в конкурсах профессионального мастерства	Участие в конкурсах профессионального мастерства без присуждения призового места
		Наличие победителей и призеров
1.6	Соблюдение антикоррупционного законодательства	Выявление фактов коррупции. Учитывается количество выявленных фактов
		Пресечение фактов коррупции
1.8	Поощрения	Поощрения, объявленные соответствующими приказами, благодарности, объявленные от руководителей организаций, органов власти субъектов России и органов местного самоуправления
2. Эффективность обеспечения законности при приеме и регистрации сообщений о преступлениях		
2.1	Регистрация сообщений	Выполнение обязанности по ведению КРСП и регистрации в ней сообщений
		Выполнение функции по регистрации сообщений о преступлениях в нерабочее время и нерабочие дни
2.2	Проведение доследственных проверок	Проведение доследственной проверки при площади пожара до 10 м ²
		Проведение доследственной проверки при площади пожара свыше 10 м ² и до 500 м ²
		Проведение доследственной проверки при площади пожара свыше 500 м ²
2.3	Нарушение порядка приема, регистрации и проверки сообщений о преступлениях и иных происшествиях	Выявлено фактов сокрытия от регистрации поступивших сообщений о пожарах и иных происшествиях
		Выявлено фактов неполноты и недостоверности сведений, внесенных в первичный документ статистического отчета (карточка учета пожара), в том числе в связи с отсутствием своевременной их корректировки
		Выявлено фактов несвоевременного предоставления карточек учета пожаров в подразделения статистики
2.4	Возбуждение уголовного дела	Вынесено постановлений о возбуждении уголовного дела
2.5	Отмена постановления о возбуждении уголовного дела	Отменено постановлений о возбуждении уголовного дела прокурором или решением суда
2.5	Передача материалов дел по подследственности	Вынесено постановлений о передаче материалов дел по подследственности
2.6	Возвращение ранее переданных материалов проверки	Возвращено из иных правоохранительных органов ранее переданных материалов по проверке в связи с обоснованностью передачи
2.7	Административная практика	Привлечено лиц за нарушение требований пожарной безопасности по ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ
		Привлечено юридических лиц за нарушение требований пожарной безопасности по ч. 6.1 ст. 20.4 КоАП РФ
		Привлечено лиц за нарушение требований пожарной безопасности по ч. 1 или ч. 2 ст. 20.4 КоАП РФ, противоправные, виновные действия (бездействия) которых способствовали распространению пожара, наступлению иных неблагоприятных последствий
		Виновное лицо установлено, но не привлечено по ч.ч. 1, 2, 6,

№ п/п	Наименование показателя	Критерии оценки
		6.1 ст. 20.4 КоАП РФ при наличии обстоятельств, исключающих производство по делу об административном правонарушении
2.8	Результаты рассмотрения материалов, по которым вынесено постановление об отказе в возбуждении уголовного дела	Выявлено нарушений требований законодательства при рассмотрении материалов, по которым вынесено постановление об отказе в возбуждении уголовного дела вышестоящими должностными лицами ГПН ФПС в ходе инспекторских, контрольных и целевых проверок
2.9	Результаты действий по установлению причины пожара в ходе проведения проверки по факту пожара	<p>Установлено в ходе проведения проверки причины пожара</p> <p>Причина пожара не установлена, сотрудники экспертных подразделений для установления обстоятельств пожара не привлекались</p> <p>Привлечение сотрудников СЭУ ИПЛ ФПС для осмотра места происшествия, связанного с пожаром и подготовки технического заключения или экспертизы</p> <p>Привлечение сотрудников ЭКЦ и (или) других экспертных подразделений (в том числе негосударственных) для осмотра места происшествия, связанного с пожаром и подготовки технического заключения или экспертизы</p>
2.10	Состояние информирования заявителей о ходе рассмотрения заявлений и сообщений	Информирование заявителей о ходе рассмотрения заявлений и сообщений
2.11	Проведение проверочных действий на месте пожара в зависимости от удаленности подразделения дознания	<p>Проведение проверочных действий на месте пожара произошедшего на расстоянии до 5 км от места расположения подразделения дознания</p> <p>Проведение проверочных действий на месте пожара произошедшего на расстоянии от 5 км до 10 км от места расположения подразделения дознания</p> <p>Проведение проверочных действий на месте пожара произошедшего на расстоянии от 10 км до 30 км от места расположения подразделения дознания</p> <p>Проведение проверочных действий на месте пожара произошедшего на расстоянии свыше 30 км от места расположения подразделения дознания</p>
3. Эффективность расследования преступлений		
3.1	Количество уголовных дел в производстве	<p>Осуществление производства по уголовному делу</p> <p>Превышение сроков расследования (свыше 60 суток, при отсутствии оснований для продления)</p> <p>Возвращение уголовного дела прокурором для производства дополнительного дознания либо пересоставления обвинительного акта</p> <p>Прекращение уголовного дела прокурором по основаниям предусмотренных п.п. 3, 4 ч. 1 ст. 226 УПК РФ</p>
3.2	Обвиняемые по направленным в суд делам	Число обвиняемых по направленным в суд делам
3.3	Направлено дел в суд	Количество направленных дел в суд
3.4	Приговор	<p>Вступление в силу обвинительного приговора</p> <p>Оправдание лиц, дела о которых прекращены судом за отсутствием события или состава преступления, а также в связи с непричастностью</p>
3.5	Гражданский иск о возмещении ущерба по результатам рассмотрения материалов уголовного дела	Удовлетворено судом гражданских исков о возмещении ущерба по результатам рассмотрения материалов уголовного дела

№ п/п	Наименование показателя	Критерии оценки
3.6	Возвращение судом уголовных дел прокурору	Возвращено судом уголовных дел прокурору для направления дознавателю с целью пересоставления обвинительного акта, постановления
		Возвращено судом уголовных дел прокурору для направления дознавателю с целью производства дополнительного расследования
		Возвращено судом уголовных дел прокурору для направления дознавателю с целью устранения препятствий его рассмотрения судом
3.7	Приостановлено дел производством	Ввиду неустановления лица, подлежащего привлечению в качестве подозреваемого
		Ввиду неустановления места нахождения подозреваемого
3.8	Прекращение дела и/или уголовного преследования	Число лиц, в отношении которых прекращены дела и/или уголовное преследование
		Число лиц, в отношении которых производство прекращено за отсутствием события, состава преступления, а также уголовное преследование прекращено за непричастностью
3.9	Направление уголовных дел по подсудственности	Направлено уголовных дел по подсудственности, в том числе выделенных в отдельное производство материалов
3.10	Прекращение уголовных дел	За отсутствием события преступления (п. 1 ч. 1 ст. 24 УПК РФ)
		В связи с примирением сторон
		В связи с деятельным раскаянием
		За истечением сроков давности уголовного преследования (в отношении установленного лица)
		В связи со смертью подозреваемого, обвиняемого
		Прекращено вследствие акта амнистии
3.11	Применение мер пресечения	Применение мер пресечения в отношении подозреваемого в соответствии со ст. 98 УПК РФ
		Применение мер процессуального принуждения в соответствии со ст. 111 УПК РФ
3.12	Применение мер процессуального принуждения	Применение мер процессуального принуждения в соответствии со ст. 111 УПК РФ
3.13	Производство по уголовному делу в составе группы дознавателей	Участие в производстве в составе группы дознавателей
4. Эффективность возмещения материального ущерба		
4.1	Прекращение уголовного дела дознавателем с согласия прокурора в отношении лица, подозреваемого или обвиняемого в совершении преступления, если это лицо примирилось с потерпевшим и загладило причиненный ему вред	Сумма возмещенного ущерба в денежном эквиваленте делиться на 100 000. Результат вычисления образует баллы. Например, сумма возмещенного ущерба в денежном эквиваленте составила 300 000 рублей, в результате вычисления отношения 300 00 / 100 000 получаем 3, т.е. кол-во баллов
4.2	Удовлетворение судом гражданских исков о возмещении ущерба по результатам рассмотрения материалов уголовного дела	Сумма удовлетворенного судом гражданского иска в денежном эквиваленте делиться на 100 000. Результат вычисления образует баллы
4.3	Назначение по факту пожара судебной экономической экспертизы	Назначение по факту пожара судебной экономической экспертизы для установления размера ущерба от пожара
4.4	Приобщение к материалам проверки по факту пожара	Приобщение к материалам проверки по факту пожара или уголовного дела отчета об оценке объекта оценки с целью

№ п/п	Наименование показателя	Критерии оценки
	или уголовного дела отчета об оценке объекта оценки	установления ущерба от пожара
4.5	Наложение ареста на имущество	Возбуждение перед судом ходатайства о наложении ареста на имущество подозреваемого, обвиняемого или лиц, несущих по закону материальную ответственность за их действия для обеспечения исполнения приговора в части гражданского иска или возможной конфискации имущества

Оценка результативности – чрезвычайно полезный вид анализа. Комплексно оформленная и грамотно спланированная система оценки результатов деятельности специалиста или организации является показателем того, насколько успешно исполняются требуемые от них функции. На основе такой оценки могут быть не только разработаны или обоснованы кадровые решения, но и проведены различного рода исследования, нацеленные на улучшение системы надзорной деятельности в целом.

Залог целесообразности и рациональности оценки результативности лежит в постоянном ее совершенствовании, актуализации, в гибкости и проверке практикой.

Список литературы

1. Драпкин Л. Я. Целенаправленность деятельности следователя и эффективность раскрытия преступлений // Проблемы криминалистики и доказывания при расследовании преступлений: межвузовский тематический сборник. Барнаул: АГУ, 1990. С. 61–72.

2. Драпкин Л. Я. Об эффективности следственных действий // Материалы конференции по итогам научно-исследовательской работы за 1969 г. Свердловск: Свердловский юридический институт, 1970. С. 147.

3. Фаткулин Ф. Н. Актуальные вопросы эффективности советского уголовного процесса // Вопросы эффективности советского уголовного процесса. Казань: Издательство Казанского университета, 1976. С. 3–27.

4. Томин В. Т., Попов А. П. Эффективное уголовное судопроизводство: управленческие, социальные и правовые аспекты. Петригорск, 2003. 114 с.

5. Анашкин Г. З., Петрухин И. Л. Эффективность правосудия и судебные ошибки // Советское государство и право. 1968. № 8. С. 59–67.

6. Каминская В. И. Методы изучения практики применения уголовно-процессуального закона // Вопросы борьбы с преступностью. М., 1969. Вып. 10. С. 69–81.

7. Якимов П. П. Изучение эффективности уголовно-процессуальных норм // Некото-

Необходимо помнить и о неудачных примерах оценки результативности в некоторых ведомствах различных стран мира, когда хорошим результатом считается реализация плана, слепое «накручивание счетчика» различных запланированных показателей, а не работа во благо социума. Зачастую в подобных ситуациях оцениваемый объект ориентируется исключительно на показатели результативности.

Таким образом, учитывая применяемую в мире практику, можно создать эффективный инструмент повышения качества уголовно-процессуальной деятельности должностных лиц ГПН ФПС МЧС России.

рые вопросы эффективности уголовного законодательства: сб. науч. тр. Свердловск, 1974. Вып. 29. С. 127–138.

8. Михайлов А. И. Понятие эффективности предварительного следствия // Проблемы уголовного судопроизводства: сб. науч. тр. Москва; Кемерово, 1998. С. 3–8.

9. Власов В. И. Расследование преступлений. Проблемы качества. Саратов: Издательство Саратовского университета, 1988. 199 с.

10. Григорьев В. Н. Обнаружение признаков преступления органами внутренних дел. Ташкент, 1986. С. 56–59.

11. Гуцин А. Н., Громов Н. А., Царева Н. П. Оперативно-розыскная деятельность: совершенствование форм вхождения ее результатов в уголовный процесс: учебно-практическое пособие. М.: Издатель И.И. Шумилова, 2003. 117 с.

12. Поляков М. П. Уголовно-процессуальная интерпретация результатов оперативно-розыскной деятельности. Нижний Новгород: Нижегородская правовая академия, 2001. 262 с.

13. Зникин В. К. Понятие эффективности и качества предварительного расследования // Вестник Томского государственного университета. Право. 2014. №1 (11).

References

1. Drapkin L. Ja. Celenapravlennost' dejatel'nosti sledovatelja i jeffektivnost' raskrytija prestuplenij [The focus of the investigator and the effectiveness of crime detection]. *Problemy kriminalistiki i dokazyvanija pri rassledovanii prestuplenij: mezhvuzovskij tematiceskij sbornik*. Barnaul: AGU, 1990, pp. 61–72.
2. Drapkin L. Ja. Ob jeffektivnosti sledstvennyh dejstvij [On the effectiveness of investigative actions]. *Materialy konferencii po itogam nauchno-issledovatel'skoj raboty za 1969 g.* Sverdlovsk: Sverdlovskij juridicheskij institut, 1970. 147 p.
3. Fatkulin F. N. Aktual'nye voprosy jeffektivnosti sovetskogo ugovornogo processa [Actual issues of the effectiveness of the Soviet criminal process]. *Voprosy jeffektivnosti sovetskogo ugovornogo processa*. Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 1976, pp. 3–27.
4. Tomin V. T., Popov A. P. *Jeffektivnoe ugovornoe sudoproizvodstvo: upravlencheskie, social'nye i pravovye aspekty* [Effective criminal justice: managerial, social and legal aspects]. Pjatigorsk, 2003. 114 p.
5. Anashkin G. Z., Petruhin I. L. Jeffektivnost' pravosudija i sudebnye oshibki [Efficiency of justice and judicial errors]. *Sovetskoe gosudarstvo i pravo*, 1968, issue 8, pp. 59–67.
6. Kaminskaja V. I. Metody izuchenija praktiki primeneniya ugovorno-processual'nogo zakona [Methods of studying the practice of applying the criminal procedure law]. *Voprosy bor'by s prestupnost'ju*, M., 1969, issue 10, pp. 69–81.
7. Jakimov P. P. Izuchenie jeffektivnosti ugovorno-processual'nyh norm [The study of the effectiveness of criminal procedure standards]. *Nekotorye voprosy jeffektivnosti ugovornogo zakonodatel'stva: sb. nauch. tr. Sverdlovsk*, 1974, issue 29, pp. 127–138.
8. Mihajlov A. I. Ponjatie jeffektivnosti predvaritel'nogo sledstvija [The concept of the effectiveness of the preliminary investigation]. *Problemy ugovornogo sudoproizvodstva: sb. nauch. tr.* Moskow; Kemerovo, 1998, pp. 3–8.
9. Vlasov V. I. *Rassledovanie prestuplenij. Problemy kachestva* [Investigation of crimes. Quality problems]. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 1988. 199 p.
10. Grigor'ev V. N. *Obnaruzhenie priznakov prestuplenija organami vnutrennih del* [Detection of signs of crime by law enforcement bodies]. Tashkent, 1986, pp. 56–59.
11. Gushhin A. N., Gromov N. A., Careva N. P. *Operativno-rozysknaja dejatel'nost': sovershenstvovanie form vhozhdeniya ee rezul'tatov v ugovornyj process: uchebno-prakticheskoe posobie* [Investigation activities: improving the forms of entry of its results into the criminal process]. M.: Izdatel' I. I. Shumilova, 2003. 117 p.
12. Poljakov M. P. *Ugovorno-processual'naja interpretacija rezul'tatov operativno-rozysknoj dejatel'nosti* [Criminal procedure interpretation of the results of operational investigative activities]. N. Novgorod: Nizhegorodskaja pravovaja akademija, 2001. 262 p.
13. Znikin V. K. Ponjatie jeffektivnosti i kachestva predvaritel'nogo rassledovaniya [The concept of the effectiveness and quality of a preliminary investigation]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Pravo*, 2014, vol. 1 (11).

Карасев Евгений Викторович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
заместитель начальника кафедры
E-mail: evkar75@mail.ru

Karasev Evgeniy Viktorovich

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
deputy head of department
E-mail: evkar75@mail.ru

Таратанов Николай Александрович

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

Taratanov Nikolay Alexandrovich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences, senior lecturer

E-mail: taratanov_n@mail.ru

УДК 614.8.084

ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ВЫБОРА АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ МАЛООБЪЕМНЫХ И РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

С. Н. МАСАЕВ, А. Н. МИНКИН, Д. А. ЕДИМИЧЕВ

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, институт нефти и газа
Российская Федерация, г. Красноярск
E-mail: faberi@list.ru, minkin.1962@mail.ru, edimichev@inbox.ru

Статья посвящена определению рациональных решений выбора аварийно-спасательной техники для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах, с использованием методов математического программирования. Определяются критерии эффективности эксплуатации АСТ (аварийно-спасательная техника) при механизации проводимых АСДНР (аварийно-спасательные и другие неотложные работы) связанных с реализацией мероприятий по минимизации временных и материальных затрат на их осуществление. Обсуждаются научные и практические задачи, направленные на повышение эффективности механизации при проведении АСДНР. Предлагаются различные технологии проведения АСДНР с использованием средств механизации в зависимости от удельных приведенных затрат. Рассматриваются численные методы решения многомерных экстремальных задач: метод перебора вариантов, метод линейного программирования, метод нелинейного программирования, метод стохастического программирования. Формируются показатели эффективности использования аварийно-спасательной техники. Приводится системный подход, сформированный из двух этапов принципа области поиска. Отобрана модель продолжительности времени операций технологических процессов аварийно-спасательной техники. Для матрицы выигрышей определяется поведение участника А функцией максимина, а для участника Б принципом минимакса. Определено, что наиболее вероятны четыре типовые ситуации использования аварийно-спасательной техники в различных климатических условиях с различными характеристиками погрузочного материала и дальностью погрузки.

Ключевые слова: авария, техника, объект, спасение, эффективность, оптимальный, методы.

SEARCH FOR RATIONAL SOLUTIONS FOR THE CHOICE OF EMERGENCY AND RESCUE EQUIPMENT FOR SMALL-SIZED AND DISPERSED OBJECTS

S. N. MASAEV, A. N. MINKIN, D. A. EDIMICHEV

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Oil and gas institute
Russian Federation, Krasnoyarsk
E-mail: faberi@list.ru, minkin.1962@mail.ru, edimichev@inbox.ru

The article is devoted to the definition of rational decisions on the choice of emergency rescue equipment for carrying out rescue and other urgent work on low-volume and dispersed objects using the methods of mathematical programming. The criteria for the efficiency of RT (rescue technique) operation during the mechanization of ER (Emergency Restoration) related to the implementation of measures to minimize the time and material costs of their implementation are determined. The scientific and practical tasks aimed at increasing the efficiency of mechanization during the ER are discussed. Various technologies for conducting ER using mechanization methods are proposed depending on the specific reduced costs. We consider numerical methods for solving multidimensional extremal problems: a method of enumerating variants, a linear programming method, a nonlinear programming method, a stochastic programming method. Formed indicators of the effectiveness of rescue equipment. A systematic approach, formed from two stages of the search domain principle, is given. A model of the duration of the time of the technological processes of emergency rescue equipment is displayed. For the payoff matrix, the behavior of participant A is determined by the maximin function, and for participant B, the minimax principle. It is determined that four typical situations of using rescue equipment in different climatic conditions with different characteristics of the loading material and the loading range are most likely.

Key words: Accident, technique, object, rescue, efficiency, optimal, methods.

Введение

Выбор оптимального варианта аварийно-спасательной техники (далее – АСТ) для комплексной механизации аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР), позволяющий успешно решать первоочередную задачу, требующую минимальных временных затрат для оказания помощи и спасения жизни пострадавших людей, находящихся под обломками объектов или предотвращения возможного развития ЧС (возникновения новых очагов пожаров, взрывов и разрушений и т.п.), является неизменно актуальным [1–6].

В современных условиях проведения АСДНР все шире используются высокопроизводительная, мобильная, маневренная, многоцелевая АСТ с набором сменяемых рабочих органов различного назначения, что делает приоритетным:

- совершенствование организации АСДНР на основе использования компьютерных управленческих технологий;
- разработку методов оптимального проведения АСДНР, с рекомендациями по использованию АСТ для условий, где она дает наибольший эффект.

Перечисленные выше направления связаны с интенсификацией существующих или разработкой новых методов оптимального использования АСТ. Широкий перечень специальной техники различного типоразмера и назначения привлекаемой к проведению АСДНР требует определения критерия эффективности эксплуатации АСТ. Важно выработать обоснованные рекомендации по оптимальному использованию АСТ, в зависимости от условий ее эксплуатации [3, 7, 8].

Цель работы: определить решение рационального выбора АСТ для проведения АСДНР на малообъемных и рассредоточенных объектах, через определение критерия эффективности эксплуатации АСТ при механизации проводимых АСДНР связанных с реализацией мероприятий по минимизации временных и материальных затрат на их осуществление.

Материал и методы исследования

Один из методов решения задач, связан с оптимизацией использования АСТ, как специальной или инженерной техники, концептуально основывается на методике анализа продолжительности рабочих операций (минимизация времени рабочих операций) средств механизации для получения конечного результата в зависимости от технико-эксплуатационных параметров объекта и имеющихся экономических ограничений [4]. При разработке системного подхода необходимо использовать принцип деления области поиска на части:

- первый этап – поиск оптимального решения идет по анализу технико-эксплуатационных показателей процесса и, прежде всего, времени рабочих операций;
- второй этап – проводится его технико-экономический анализ.

Продолжительность рабочих операций представляется в виде функции независимых аргументов, характеризующих технико-эксплуатационные параметры процесса, и рассчитывается по методике проф. В.И. Баловнева на основании анализа отношений работы сил сопротивления ($A_{сопр.i}$), преодолеваемых при выполнении операции, к мощности ($N_{опер.i}$), которая может быть реализована АСТ (табл. 1) [4, 5].

Таблица 1. Система показателей эффективности АСТ

№ п/п	Наименование	Формула	$f(t_{oi})$
1	Время одной операции	$t_i = K \sum_1^n \frac{A_{сопр.i}}{N_{опер.i}}$	$f(t_i) \rightarrow min$
2	Время цикла АСТ	$t_{ц} = K \sum_1^n \frac{A_{сопр.i}}{N_{опер.i}}$	$f(t_i) \rightarrow min$

№ п/п	Наименование	Формула	$f(t_0)$
		$t_i = K \frac{\sum_1^n \frac{A_{сопр_i}}{N_{опер_i}}}{\sum_1^n \frac{A_{сопр_i}}{N_{движ_j}}}$	
3	Производительность	$\Pi = \frac{K\Pi\Pi}{t_{ц}}$	$f(t_i) \rightarrow max$
4	Удельная энергоёмкость	$N_{уд} = \frac{N_i}{\Pi_i}$	$f(t_i) \rightarrow min$
5	Обобщенный показатель	$\Pi_N = \frac{m_i}{\Pi_i}$	$f(t_i) \rightarrow min$
6	Прирост производительности за счет оптимизации	$\Delta\Pi = \Pi_{max} - \Pi_{min}, M^3 / ч$	$f(t_i) \rightarrow max$
7	Ожидаемый эффект	$\mathcal{E}_{ком} = C_{уд} \cdot \Delta\Pi \cdot T, руб / см$ при $C = const$	$f(t_i) \rightarrow max$

АСТ с последовательным выполнением операций, циклические (подъемно-транспортные, землеройные и др.), характеризуются временем рабочего цикла ($t_{ц}$), определяемого по формуле:

$$t_{ц} = K \sum_1^n \frac{A_{сопр.i}}{N_{опер.i}} \rightarrow \min, с. \quad (1)$$

Для АСТ с несколькими исполнительными рабочими органами, которые работают в процессе выполнения всего рабочего цикла, время цикла можно определить по соотношению:

$$t_{ц} = K \frac{\sum_1^n A_{сопр.i}}{\sum_1^k N_{движ.j}} с, \quad (2)$$

где: $A_{сопр.i}$ - работа сил сопротивления при выполнении отдельных операций, Нм; $N_{опер.i}$ — мощность, реализуемая АСТ на выполнение отдельной операции, Вт (Нм/с); $N_{движ.j}$ - мощность, реализуемая АСТ на передвижение в процессе всего рабочего цикла, Вт; K - коэффициент, определяемый на основании энергетического баланса системы.

Производительность (конструктивная, техническая, эксплуатационная) устанавливается по известной формуле – отношению величины конечного результата к продолжительности рабочего цикла. Влияние надежности на производительность и рабочий цикл

учитываются, как принято, умножением технической производительности на соответствующие коэффициенты, учитывающие надежность работы АСТ.

Для более полного учета всех операций процесса работы АСТ составляется системная модель времени, необходимого для выполнения соответствующих процессов для получения результата или его части. Такой методический прием позволяет в полном объеме, установить аналитические связи между главными техническими параметрами АСТ или многоцелевого агрегата и параметрами, характеризующими эксплуатационный фон АСТ (табл. 2) [8].

Рассмотренные положения позволяют определить общие затраты на механизацию объекта ЧС на основании известных значений стоимости машино-часа $C_{мч}$ или стоимости единицы получаемого результата, например, m^3 вынутых строительных обломков.

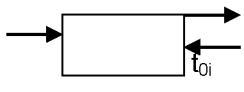
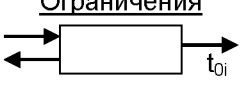
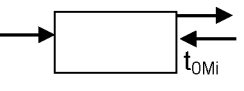
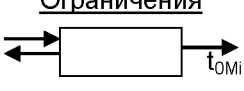
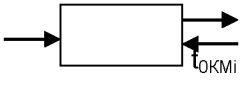
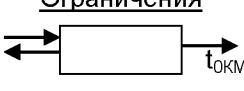
По известной стоимости машино-часа $C_{мч}$ затраты на использование АСТ на объекте ЧС ($Z_{мех}$) за период до завершения работ определяется по формуле:

$$Z_{мех} = \frac{1}{3600} \cdot C_{мч} \cdot t_{ц} \cdot n_{ц} \cdot T_{ч} \cdot T_{смен}, руб., \quad (3)$$

где $t_{ц}$ – продолжительность цикла, с, рассчитывается по предложенным аналитическим зависимостям. $C_{мч}$ – средняя стоимость машино-часа эксплуатации АСТ, руб./ч, $n_{ц}$ – число рабочих циклов в час, цикл/ч, $T_{ч}$ – число часов работы АСТ в смену, ч/см, $T_{смен}$ – число смен работы АСТ на объекте ЧС до завершения ра-

бот, см, 1/3600 – ч/с – коэффициент перехода от размерности времени цикла час/сек.

Таблица 2. Системная модель продолжительности времени операций технологических процессов АСТ

Операции одной АСТ (М)			
Вход технические эксплуатационные факторы		<u>Ограничения</u> 	<u>Выход</u> КПР М
Операции комплекта АСТ (К)			
Вход технические эксплуатационные факторы		<u>Ограничения</u> 	<u>Выход</u> КПР К
Операции группы комплектов АСТ (ГК)			
Вход технические эксплуатационные факторы		<u>Ограничения</u> 	<u>Выход</u> КПР ГК

Затраты на механизацию АСДНР пропорциональны времени использования АСТ на объекте ЧС. Последнее пропорционально времени цикла. Чем меньше время цикла АСТ, при других неизменных факторах, тем больше производительность АСТ и тем меньше время пребывания АСТ на объекте, и тем меньше затраты на механизацию проведения АСДНР.

Ожидаемый результат от сокращения затрат на механизацию можно определить по формуле:

$$\Delta Z_{\text{мех}} = K_{\text{кэ}} \cdot Z_{\text{мех}}, \text{ руб.}, \quad (4)$$

где $K_{\text{кэ}}$ – коэффициент уменьшения затрат на механизацию:

$$K_{\text{кэ}} = 1 - \frac{t_{\text{ц. min}}}{t_{\text{ц. max}}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{ц. min}}$ – время рабочего цикла оптимальной АСТ (с большей производительностью), с, $t_{\text{ц. max}}$ – время рабочего цикла не оптимальной АСТ (с меньшей производительностью), с.

Максимальная стоимость машино-часа новой АСТ не должна превышать величину, определяемую соотношением:

$$C_{\text{мч. нов}} = \frac{t_{\text{ц. ст}}}{t_{\text{ц. нов}}} \cdot C_{\text{мч. ст}}, \text{ руб.}, \quad (6)$$

где $C_{\text{мч. нов}}$, $t_{\text{ц. нов}}$ – стоимость машино-часа и время рабочего цикла новой АСТ, $C_{\text{мч. ст}}$, $t_{\text{ц. ст}}$ – стоимость машино-часа и время рабочего цикла старой АСТ.

Ожидаемый результат можно также оценить по стоимости единицы получаемого результата, например, м^3 собранных строительных обломков. Эффект по стоимости, при неизменной стоимости эксплуатационных затрат $C_{\text{мч}} = \text{const}$, определяется:

$$\Delta \text{Э}_{\text{ком}} = C_{\text{уд}} \cdot \Delta \text{П} \cdot T_{\text{смен}}, \text{ руб.}, \quad (7)$$

где $C_{\text{уд}}$ – стоимость единицы получаемого результата, руб./ м^3 , $\Delta \text{П}$ – прирост производительности за счет использования оптимальной АСТ, $\text{м}^3/\text{ч}$, $T_{\text{смен}}$ – число часов работы АСТ в смену, ч/смен.

Точность расчетов, по приведенным выше формулам, должна соответствовать реальным технологическим операциям с рассматриваемыми образцами АСТ. Анализ времени рабочих процессов АСТ, в зависимости от условий эксплуатации, позволяет решить ряд вопросов, связанных с повышением эффективности механизации АСДНР. Некоторые процессы АСТ включают в себя сотни, тысячи и десятки тысяч технологических операций, поэтому для быстрого расчета требуется разработка компьютерной программы для ЭВМ с функциями агрегирования изучаемых процессов и их показателей эффективности. Кроме этого можно воспользоваться известными программами ARIS и BPwin для анализа продолжительности операций (выполняемых работ) и их эффективности.

При выборе методов поиска эффективных средств механизации, на стадии принятия решения о выборе той или иной АСТ, придется решать весьма сложную задачу – поиск решения, обеспечивающего максимальные значения критериев эффективности ее эксплу-

атации [6]. Эта задача требует не только четкого представления о критериях эффективности эксплуатации, но и специальных методов оптимизации – многочисленных, разнообразных, образующих единую теорию экстремальных задач. Анализ наиболее распространенных методов оптимизации позволит принять методологию обоснования эффективных средств механизации работ на малообъемных и рассредоточенных работах.

Методы математического анализа заключаются в дифференцировании функции критерия или критериев эффективности по искомым переменным (т.е. элементам) с последующим приравниванием к нулю производных и решением полученной системы уравнений относительно элементов. Критерии эффективности включают несколько переменных, которые в свою очередь зависят от многих факторов.

Трудности дифференцирования целевых функций многих переменных, а также наличие объективных ограничений на области изменения аргументов не позволяют применять классические методы математического анализа и вынуждают использовать иные математические приемы оптимизации. Численные методы многомерных экстремальных задач при наличии ограничений на области изменения переменных базируются на методах математического программирования [7].

Метод перебора вариантов (слепой поиск), суть которого сводится к сравнению по выбранному критерию эффективности эксплуатации, различающихся сочетанием основных элементов. Для того чтобы не пропустить оптимальное решение, у которого критерий эффективности принимает экстремальное значение, необходимо перебрать все возможные сочетания, что осуществимо лишь при ограниченном числе дискретно изменяемых параметров. Так, если при выборе АСТ допустимо использование трех типов энергетических установок и двух или трех видов ходового оборудования, то общее число возможных сочетаний проектных решений будет равно девяти.

Высокая трудоемкость оптимизации принимаемых решений методом перебора вариантов при количестве изменяемых элементов свыше четырех-пяти обуславливает целесообразность применения специальных математических методов поиска наилучших решений.

Методы линейного программирования предусматривают нахождение экстремума линейных целевых функций при наличии линейных ограничений (равенств или неравенств), связывающих искомые переменные. Основным достижением этого метода является общий признак оптимальности допустимого решения,

с помощью которого можно установить, является ли данное допустимое решение оптимальным без его непосредственного сравнения с другими допустимыми решениями.

Однако эти методы имеют ограниченное применение при выполнении технико-экономического анализа в процессе конструирования и используются лишь для решения отдельных частных задач (чаще технологического характера). Причина этого заключается в сложности «укладывания» реальных условий эксплуатации АСТ в рамки линейных ограничений. Наблюдаемые на практике зависимости полезного эффекта и затрат на эксплуатацию АСТ, как правило, нелинейны, что требует использования специальных методов оптимизации [9].

Методы нелинейного программирования используются для решения детерминированных задач, тогда как при выполнении технико-экономического анализа приходится иметь дело в основном со случайными величинами. Переход от вероятных задач к детерминированным заключается, казалось бы, в замене случайных параметров их средними значениями, т.е. соответствующими математическими ожиданиями. Однако, как показывает практика, такой путь не всегда обеспечивает адекватность моделей оптимизации технических решений [9].

Методы стохастического программирования используется для решения задач оптимизации в вероятной постановке или, как говорят, в условиях риска, при всех реализациях случайных параметров. Определение оптимальных решений в условиях риска предполагает известными множество всех возможных значений характеристик внешних условий и законы распределения этих случайных величин. На практике, однако, известными являются лишь возможные варианты условий без какой-либо априорной информации о вероятности их будущей реализации. Подобная ситуация требует использования специального подхода к выбору оптимальных решений в условиях неопределенности [9].

В процессе эксплуатации АСТ неопределенность может иметь различные причины:

– во-первых, отсутствие в момент ее выбора необходимой информации об будущих объемах АСР;

– во-вторых, невозможность надежного предсказания (в том числе вероятного) многих будущих внешних условий и явлений, связанных с осложнением обстановки на объекте ЧС, на основании имеющихся в настоящее время тенденций и закономерностей.

Оптимизация решений в условиях неопределенности базируется на использовании

принципов математического аппарата теории стратегических игр, в отличие от случайных игр, исследуемых с помощью теории вероятностей. Абстрактная модель простейшей игры предполагает наличие двух участников, каждый из которых может по собственному усмотрению выбрать одну из нескольких возможных стратегий поведения. В результате один из участников оказывается в выигрыше, а другой – в проигрыше.

В математической трактовке матрица выигрышей имеет вид [7]:

$$[a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix},$$

где a_{ij} – размер выигрыша-проигрыша при выборе участником A i -стратегии, а его партнером B – j -стратегии.

Поведение участника A определяется принципом максимина

$$a = \max_i \min_j a_{ij};$$

участника B – принципом минимакса

$$b = \min_j \max_i a_{ij}.$$

В теории игр величина a называется нижней ценой игры, а b – верхней ценой игры $a = b$ общее значение нижней и верхней цен называется ценой игры.

Пример использования теории игр для выбора эффективной АСТ для погрузочных работ можно проиллюстрировать на примере автокрана. Предварительный анализ будущих условий эксплуатации показал, что наиболее вероятными являются четыре типовые ситуации, предусматривающие использование АСТ в различных климатических зонах с различными характеристиками погрузочного материала и дальностью погрузки. При этом нет информации, которая позволила бы установить вероятности (или математические ожидания) эксплуатации АСТ в тех или иных типовых ситуациях.

Используя методы определения эффективности, можно найти оптимальные варианты выбора АСТ для каждой типовой ситуации, отличающиеся грузоподъемностью, скоростью, составом оборудования и обеспечивающей удельные приведенные затраты, минимальные для каждого варианта внешних условий, табл. 3.

Полученная информация не позволяет однозначно рекомендовать вариант АСТ для выбора в силу неопределенности исходных данных. По этой причине следует просчитать эффективность каждого варианта (например, I) в «несвойственных» ему ситуациях (II-IV) будут выше удельных приведенных затрат вариантов, оптимальных для данных условий (в противном случае этот вариант сам бы оказался оптимальным).

Таблица 3. Оптимальные варианты выбора АСТ для каждой типовой ситуации

Вариант АСТ	Вариант условий будущей эксплуатации	Удельные приведенные затраты
I	I	0,27
II	II	0,3
III	III	0,32
IV	IV	0,35

Результаты таких расчетов приведены в табл. 4, которая подобна рассмотренной матрице выигрышей, а задача выбора варианта АСТ в случае неопределенности информации о внешних условиях может трактоваться как «игра» участника со сложившейся обстановкой на месте ЧС.

Таблица 4. Матрица выигрышей

Вариант АСТ	Удельные приведенные затраты для вариантов внешних условий			
	I	II	III	IV
I	0,27	0,45	0,78	0,82
II	0,5	0,3	0,75	0,65
III	0,6	0,9	0,32	0,5
IV	0,95	0,8	0,6	0,35

Так как элементы матрицы в нашем примере соответствует удельным приведенным затратам, то стратегия должна отвечать принципу минимакса, т.е. принятое им решение должно обеспечивать минимизацию максимально возможных затрат независимо от того, какой вариант внешних условий будет иметь место в будущем (табл. 5).

Таблица 5. Максимальные значения удельных приведенных затрат

Вариант АСТ	I	II	III	IV
Удельные приведенные затраты	0,82	0,75	0,9	0,95

Минимальное значение равно 0,75 для II варианта АСТ, который можно рекомендовать для дальнейшей проработки как наилучший.

Если в матрице выигрышей в качестве критерия эффективности вместо приведенных затрат использовать другой показатель, требующий максимизации (например, прибыль), то при выборе наилучшего решения следует руководствоваться принципом максимина. В процессе проектирования при выполнении технико-экономического анализа минимаксная или максиминная стратегия представляется неоднозначной и может быть заменена другими принципами.

Принцип Байеса-Лапласа, согласно которому возможным вариантам внешних условий одинаковой вероятности их осуществления, в сумме равные единице. Использование этого принципа предполагает как бы отступление от условий полной неопределенности, хотя сами вероятности назначаются априори и отражают скорее интуицию конструктора, чем объективное значение будущей ситуации. Частным случаем применения принципа Байеса-Лапласа является назначение для каждого варианта внешних условий одинаковой вероятности (принцип равно вероятности) (табл. 6).

Таблица 6. Выбор элементов автокрана значения удельных приведенных затрат

Вариант АСТ	I	II	III	IV
Удельные приведенные затраты	0,58	0,55	0,58	0,68

Наименьшие затраты достигаются при реализации II варианта АСТ, а следовательно, рекомендации, полученные с использованием принципа Байеса-Лапласа, для данного примера, совпадают с выводами, сделанными на основе применения принципа минимакса.

Таблица 7. Удельные приведенные затраты по средней арифметической двух крайних значений

Вариант АСТ	Удельные приведенные затраты
I	$(0,27+0,82)/2=0,545$
II	$(0,3+0,75)/2=0,525$
III	$(0,32+0,9)/2=0,61$
IV	$(0,35+0,95)/2=0,65$

Принцип Гурвица (упрощенная форма принципа Байеса-Лапласа), в соответствии с которым оптимальное решение выбирается по средней арифметической двух крайних значе-

ний критерия эффективности, соответствующих наиболее и наименее благоприятным состояниям сложившейся обстановки на месте ЧС. Значения критерия Гурвица для рассматриваемых вариантов АСТ приведены в табл. 7. Лучшим по этому критерию оказался II вариант АСТ, который рекомендуется для выбора.

Заключение

В работе рассмотрены методы: дифференцирования, перебора вариантов, линейного программирования, нелинейного программирования, стохастического программирования (теория игр), принцип Байеса-Лапласа (Гурвица), связанных с оптимизацией использования АСТ, через систему показателей эффективности АСТ (табл. 1). Приведенную систему показателей можно охарактеризовать укрупненно как два основных показателя эффективности эксплуатации АСТ при механизации проводимых АСДНР: продолжительность рабочих операций (**минимизация времени выполнения рабочих операций**) средств механизации в условиях экономических ограничений (**затрат**).

Особо отметим применение в работе принципов теории принятия решений в условиях риска и неопределенности, когда мы не имеем исходной информации для построения и решения математической модели АСР. Для получения решения рассмотрены типовые ситуации, в которых обозначены: оптимальные варианты выбора АСТ для каждой распространенной ситуации (табл. 3), матрица выигрышей (табл. 4) и максимальные значения удельных приведенных затрат (табл. 5).

В рассмотренном примере наилучшим является II вариант эксплуатации АСТ.

Тогда цель (исследования), поставленная в начале статьи, определить решение рационального выбора АСТ для проведения АСДНР на малообъемных и рассредоточенных объектах, через определение критерия эффективности эксплуатации АСТ при механизации проводимых АСДНР связанных с реализацией мероприятий по минимизации временных и материальных затрат на их осуществление, достигнута.

Однако подобная ситуация – частный случай в практике обоснования рационального решения выбора АСТ для объекта ЧС. В качестве вывода необходимо отметить, что более общей является ситуация, когда различные критерии выбора «подсказывают» разные варианты.

Применение известных методов решения экстремальных задач и возможность использования компьютерного программирования еще не гарантируют успех рационального

решения выбора АСТ. Определяющим здесь является наиболее полное и достоверное знание физической сущности оперативной обстановки на месте ЧС, когда выбор и построение модели, наиболее полно характеризуется особенностью работы определяемой АСТ. Это не означает, что задача вообще не может быть

решена. Решение этой задачи может быть найдено при использовании эвристических методов, не требующих полностью формализованной математической модели протекающих процессов.

Список литературы

1. Инверсный функционально-стоимостный анализ выбора аварийно-спасательной техники для малообъемных и рассредоточенных объектов / С. Н. Масаев [и др.] // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). 2018. № 4 (29). С.16–22.

2. Масаев В. Н., Минкин А. Н., Сергеев И. Ю. Аварийно-спасательная техника для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2018. № 1. С.23–26.

3. Масаев В. Н., Бушуев Р. С. Определение критерия выбора аварийно-спасательного инструмента для проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2017. № 2. С.14–19.

4. Баловнев В. И. Определение оптимальных параметров и выбор землеройных машин в зависимости от условий эксплуатации. М.: МАДИ (ГТУ), 2010. 134 с.

5. Дворковой В. Я. Система показателей оценки эффективности использования дорожно-строительных машин. М.: МАДИ (ГТУ), 2004. 28 с.

6. Иванов Е. Н. Расчет и проектирование систем пожарной защиты. М.: Химия, 1977. 376 с.

7. Дедков В. К. Выбор варианта проектируемой системы при неопределенности условий ее применения // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 2. С. 10–14.

8. Таубер Б. А. Подъемно-транспортные машины. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Экология, 1991. 528 с.

9. Воинов Б. С. Информационные технологии и системы. Книга 1. М.: Изд.: «ННГУ им. Н. И. Лобачевского», 2001. 684 с.

emergency equipment for small and dispersed objects]; S. N. Masaev [i dr.]. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii (Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity)*, 2018, vol. 4 (29), pp. 16–22.

2. Masaev V. N., Minkin A. N., Sergeev I. Ju. Avarijno-spasatel'naja tehnika dlja provedenija avarijno-spasatel'nyh i drugih neotlozhnyh rabot na maloob'emnyh i rassredotochennyh ob'ektah [Rescue equipment for rescue and other urgent work on small and dispersed objects]. *Sibirskij pozharно-spasatel'nyj vestnik*, 2018, issue 1, pp. 23–26.

3. Masaev V. N., Bushuev R. S. Opredelenie kriterija vybora avarijno-spasatel'nogo instrumenta dlja provedenija avarijno-spasatel'nyh rabot pri dorozhno-transportnyh proisshestvijah [Determining the criteria for the selection of emergency rescue tools for emergency rescue operations in road traffic accidents]. *Sibirskij pozharно-spasatel'nyj vestnik*, 2017, issue 2, pp. 14–19.

4. Balovnev V. I. *Opredeleniye optimal'nykh parametrov i vybor zemleroynykh mashin v zavisimosti ot uslovij ekspluatatsii* [Determination of optimal parameters and the choice of earthmoving machines depending on operating conditions]. М.: МАДИ (ГТУ), 2010. 134 p.

5. Dvorkovoy V. Ya. *Sistema pokazateley otsenki effektivnosti ispol'zovaniya dorozhno-stroitel'nykh mashin* [The system of indicators for assessing the effectiveness of the use of road-building machines]. М.: МАДИ (ГТУ), 2004. 28 p.

6. Ivanov Ye. N. *Raschet i proyektirovaniye sistem pozharной zashchity* [Calculation and design of fire protection systems]. М.: Химия, 1977. 376 p.

7. Dedkov V. K. *Vybor varianta proyektiruyemoy sistemy pri neopredelennosti uslovij yeye primeneniya* [Choice of a design system option under uncertain conditions of its application]. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem*, 2013, issue 2, pp. 10–14.

8. Tauber B. A. *Pod'yemno-transportnyye mashiny* [Hoisting-and-transport machines]. Izd. 5-ye, pererab. i dop. М.: Ekologiya, 1991. 528 p.

9. Voinov B. S. *Informatsionnyye tekhnologii i sistemy* [Information technology and systems]. Kniga 1. М.: Изд.: «NNGU im. N. I. Lobachevskogo», 2001. 684 p.

References

1. Inversnyj funkcional'no-stoimostnyj analiz vybora avarijno-spasatel'noj tekhniki dlya maloob'emnyh i rassredotochennyh ob'ektov [Inverse functional cost analysis of the choice of

Масаев Сергей Николаевич

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа
Российская Федерация, г. Красноярск
доцент, кандидат технических наук
E-mail: faberi@list.ru

Masaev Sergey Nikolaevich

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Oil and gas institute
Russian Federation, Krasnoyarsk
assistant professor, Ph.D
E-mail: faberi@list.ru

Минкин Андрей Николаевич

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа
Российская Федерация, г. Красноярск
заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент
E-mail: minkin.1962@mail.ru

Minkin Andrei Nikolaevich

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Oil and gas institute
Russian Federation, Krasnoyarsk
head of department, Ph.D, assistant professor
E-mail: minkin.1962@mail.ru

Едимичев Дмитрий Александрович

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа
Российская Федерация, г. Красноярск
доцент, кандидат технических наук
E-mail: edimichev@inbox.ru

Edimichev Dmitry Aleksandrovich

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Oil and gas institute
Russian Federation, Krasnoyarsk
head of department, Ph.D, assistant professor
E-mail: edimichev@inbox.ru

УДК 614.841.411

ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

О. Г. ЦИРКИНА, Л. В. ШАРНИНА, А. Л. НИКИФОРОВ, А. В. ПЕТРОВ, С. Н. УЛЬЕВА, Д. В. СОРОКИН
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: ogtsirkina@mail.ru, sharnina51@mail.ru, anikiforoff@list.ru, avp75@inbox.ru, jivotyagina@mail.ru

В представленной работе проанализированы пожароопасные свойства и характер горения хлопковых и льняных волокон и текстильных материалов из них. Получены термогравиметрические зависимости, характеризующие поведение волокон из природной целлюлозы в условиях повышенных температур. Показана принципиальная возможность использования термогравиметрии при оценке пожароопасных свойств текстильных материалов: термогравиметрический анализ позволяет определить температуру, при которой достигается максимальная скорость разложения хлопковой и льняной целлюлозы, а также процент убыли массы образца в результате теплового воздействия.

Ключевые слова: пожарная опасность, текстильные материалы, природные целлюлозные волокна, термогравиметрический анализ

EVALUATION OF THE FIRE PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS FROM NATURAL FIBERS

O. G. TSIRKINA, L. V. SHARNINA, A. L. NIKIFOROV, A. V. PETROV, S. N. ULIEVA, D. V. SOROKIN
Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of
the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and
Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: ogtsirkina@mail.ru, sharnina51@mail.ru, anikiforoff@list.ru, avp75@inbox.ru, jivotyagina@mail.ru

In the presented work we analyzed the properties of fire and burning character of textile cotton and linen fibers and materials from them. Thermogravimetric dependences characterizing the behavior of natural cellulose fibers at elevated temperatures are obtained. The principal possibility of using thermogravimetry in the assessment of fire-hazardous properties of textile materials is shown: thermogravimetric analysis allows to determine the temperature at which the maximum rate of decomposition of cotton and linen cellulose is achieved, as well as the percentage of mass loss of the sample as a result of thermal exposure.

Key words: fire hazard, textile materials, natural cellulose fibers, thermogravimetric analysis.

Одним из важнейших критериев, определяющих возможность применения текстиля во многих отраслях промышленности, является его горючесть. Известно, что текстильные материалы чрезвычайно пожароопасны: большинство традиционно используемых и крупнотоннажно выпускаемых материалов характеризуются легкой воспламеняемостью и высокой скоростью распространения пламени, а также токсичностью продуктов горения. Поэтому проблема снижения пожарной опасности

текстильных материалов и изделий, возможность прогнозирования опасности и скорости распространения пожара является одной из важнейших научных и практических задач.

Особенностью пожаров на предприятиях текстильной промышленности является быстрое распространение огня, высокая степень задымления и рост температуры внутри горящих помещений. Этому способствует большая горючая загрузка производственных помещений за счет наличия волокнистых веществ, органической пыли, мелких волокон сырья, осевших на станках, оборудовании и конструкциях зданий, что создает определенные проблемы с производством и складским хранением текстильных материалов. На текстильных предприятиях загрузка цехов волок-

нистыми материалами составляет 40–80 кг/м², а в складах сырья и полуфабрикатов она значительно выше и достигает 180 кг/м². Анализ произошедших пожаров показывает, что в среднем линейная скорость распространения пожара на текстильных предприятиях составляет 0,35–0,65 м/мин, а там, где оборудование и строительные конструкции значительно запылены, она может достигать 1–2 м/мин. Скорость распространения огня по поверхности разрыхленных волокнистых материалов еще выше – 7–8 м/мин [1,2].

Необходимым условием воспламенения материала также являются источники зажигания, которые подразделяются на открытый огонь, тепло нагревательных элементов и приборов, электрическую энергию, энергию механических искр, разрядов статического электричества и молнии, энергию процессов саморазогревания веществ и материалов. Характерные параметры источников зажигания принимаются по ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

Источниками зажигания на предприятиях текстильной промышленности могут являться:

- теплота от перегрева технологического оборудования;
- искры, попадающие в сушилки с топочными газами;
- теплота трения при наматывании волокон на вращающиеся части машин;
- искры при попадании в машины твердых предметов или частиц, при повреждении или неправильной регулировке вращающихся частей машин;
- искры при работе автотранспорта (электрокар);
- тепловое проявление электрической энергии при неисправности электрооборудования;
- искровые разряды статического электричества;
- фрикционные искры при ударе лопаток вентиляторов системы аспирации о кожу;
- теплота самовозгорания волокон.

Помимо этого, волокнистые материалы склонны к самовозгоранию. Самовозгорание присуще многим горючим веществам. Различают тепловое, химическое и микробиологическое самовозгорание.

Тепловое самовозгорание выражается в аккумуляции материалом тепла, в процессе которого происходит самонагревание материала. Температура самонагревания вещества или материала является показателем его пожароопасности. Для большинства горючих материалов этот показатель лежит в пределах от

80 до 150 °С [1, 3–6]. Очень показательны сравнительные данные для целлюлозных материалов: если для бумаги и древесины температура самовозгорания составляет 100 °С и 80–120 °С соответственно, то для хлопкосырца – 60 °С, что свидетельствует о более легкой горючести волокнистой целлюлозы.

Продолжительное тление до начала пламенного горения является отличительной характеристикой процессов теплового самовозгорания. Данные процессы обнаруживаются по длительному и устойчивому запаху тлеющего материала.

Химическое самовозгорание сразу проявляется в пламенном горении. Для органических веществ данный вид самовозгорания происходит при контакте с кислотами (азотной, серной), растительными и техническими маслами. Масла и жиры, в свою очередь, способны к самовозгоранию в среде кислорода. При переработке волокнистых материалов масла широко используют для проведения операции замасливания при придании нитям гладкости и снижения коэффициента трения на стадии переработки в прядильном и ткацком производстве.

Природные хлопковые и льняные волокна занимают значительную долю в общем объеме всех перерабатываемых волокон, поэтому изучение их пожароопасных свойств является актуальной задачей.

Цель представленной работы заключалась в изучении пожароопасных свойств текстильных материалов из природных целлюлозных волокон с использованием современных методов исследования, что позволит в дальнейшем выбрать наиболее эффективный способ их защиты.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научно-исследовательские и практические задачи:

- проанализировать характер горения текстильных хлопковых и льняных волокон и материалов из них;
- получить термогравиметрические зависимости, характеризующие поведение волокон из природной целлюлозы в условиях повышенных температур;

В качестве объектов исследования в работе использовались натуральные (растительные) целлюлозные волокна – хлопок и лен.

Характер горения материалов напрямую связан со структурой, химическим составом целлюлозных волокон и их свойствами. Целлюлозные волокна являются наиболее распространёнными текстильными волокнами, в основе которых лежит природный полимер целлюлоза. Все целлюлозные волокна делятся на природные и искусственные. Среди природных наибольшее значение имеют хлопок и лён

(значительно реже используются джут, кенаф, пенька, рами, сизаль). Эти волокна отличаются друг от друга по морфологическому, надмолекулярному строению, а также по количеству и составу примесей. Так, элементарное зрелое хлопковое волокно представляет собой одну клетку – плоскую сужающуюся к концам ленту, закрученную по спирали. В отличие от хлопковых, элементарные веретенообразные волокна льна скрепляются срединными пластинками по 15–30 штук в лубяные пучки, распределенные по всему объему стебля [3, 4].

Хлопковое волокно содержит до 96 % целлюлозы, а льняное – до 78%. Кроме того, в природных целлюлозных волокнах имеются сопутствующие вещества (примеси), которые также хорошо горят. Основными примесями являются: воскообразные, азотсодержащие (белковые), пектиновые вещества, минеральные соли и естественные красители. Содержание целлюлозы в волокнах для хлопка составляет ~ 96%, для льна – не превышает 78 %, остальное приходится на сопутствующие вещества (естественные примеси), к которым относятся воскообразные, азотсодержащие (белковые), пектиновые вещества, минеральные соли и естественные красители [4,5]. Вполне очевидно, что в льняном волокне количество этих примесей приблизительно в 5 раз превышает их содержание в хлопке. Кроме того, в состав льна входит лигнин (до 3%), которого нет в хлопке. Все эти органические примеси имеют различное химическое строение, хорошо горят и, находясь в структуре природных волокон, могут оказывать влияние на термическую устойчивость волокнистого материала.

Термический анализ – одна из отраслей физико-химического анализа, который в последнее время превратился в высокочувствительный и совершенный экспериментальный метод. Фактически термический анализ – это раздел материаловедения, изучающий изменение свойств материалов при изменении их температуры. Большинство физических и химических процессов, химических реакций сопровождается тепловыми эффектами, т. е. поглощением или выделением тепла, поэтому методы термического анализа применимы к очень большому числу систем.

В представленной работе использовался метод исследования и анализа, основанный на регистрации изменения массы образца в зависимости от его температуры в условиях программированного изменения температуры среды [7–10]. Термогравиметрия (ТГ-анализ) широко используется в исследовательской практике для определения температуры деградации полимеров, влажности мате-

риалов, доли органических и неорганических компонентов, входящих в состав исследуемого вещества, точки разложения взрывчатых веществ и сухого остатка растворенных веществ. Термоанализатор состоит из высокоточных весов с тиглями (как правило, платиновыми), которые размещаются в камере небольшой электропечи. В непосредственной близости от образца, например, под доньшком тигля, находится контрольная термopара, с высокой точностью измеряющая температуру. Камера печи может заполняться инертным газом для предотвращения окисления или иных нежелательных реакций. Для управления измеряющей аппаратурой и снятия показаний используется компьютер.

В результате проведения термогравиметрического анализа получают соответствующие кривые, представленные на рис. 1 и рис. 2, каждая из которых отображает следующие параметры:

1 – термогравиметрическая зависимость (TG, мг), которая показывает потерю массы образца по мере увеличения температуры;

2 – дифференциальная термогравиметрическая зависимость (DTG, мг/мин), характеризующая скорость изменения массы образца с ростом температуры;

3 – тепловой поток (мВ), который характеризует тепловые эффекты протекающих в образце реакций.

Полученные в результате исследования термогравиметрические кривые для хлопка и необработанного (сурового) льна представлены на рис. 1 и рис. 2, соответственно.

Рассмотрим последовательно каждую из полученных зависимостей. Экспериментальные данные, получаемые практически любыми методами термического анализа, представляются в виде линий (обычно их называют кривыми вне зависимости от конкретного их вида), построенных в соответствующих координатах – графиков. Задача экспериментатора – получить из этих графиков информацию о состоянии исследуемого материала, процессах, которые в нем происходят. Для этого необходимо провести анализ полученных линий (кривых), который начинается с визуальной оценки их вида по методике обычного математического анализа. По оси абсцисс откладывается независимый параметр. В ходе термического анализа в качестве аргумента чаще всего выбирают время или температуру. По оси ординат откладывается функция, т.е. величина, каким-либо образом зависящая от аргумента в силу естественных причин, как правило, в силу физических или химических процессов, протекающих в материале.

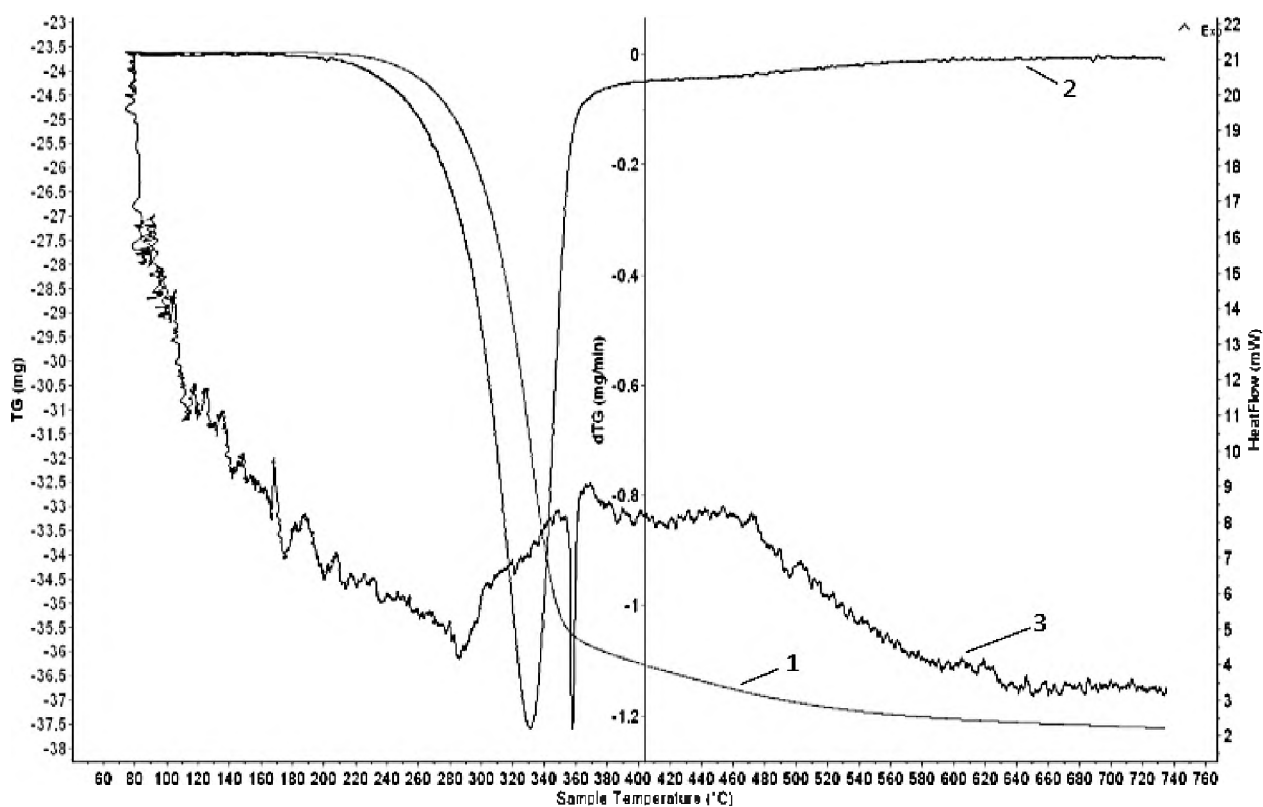


Рис. 1. Термогравиметрические кривые для образца из хлопкового волокна

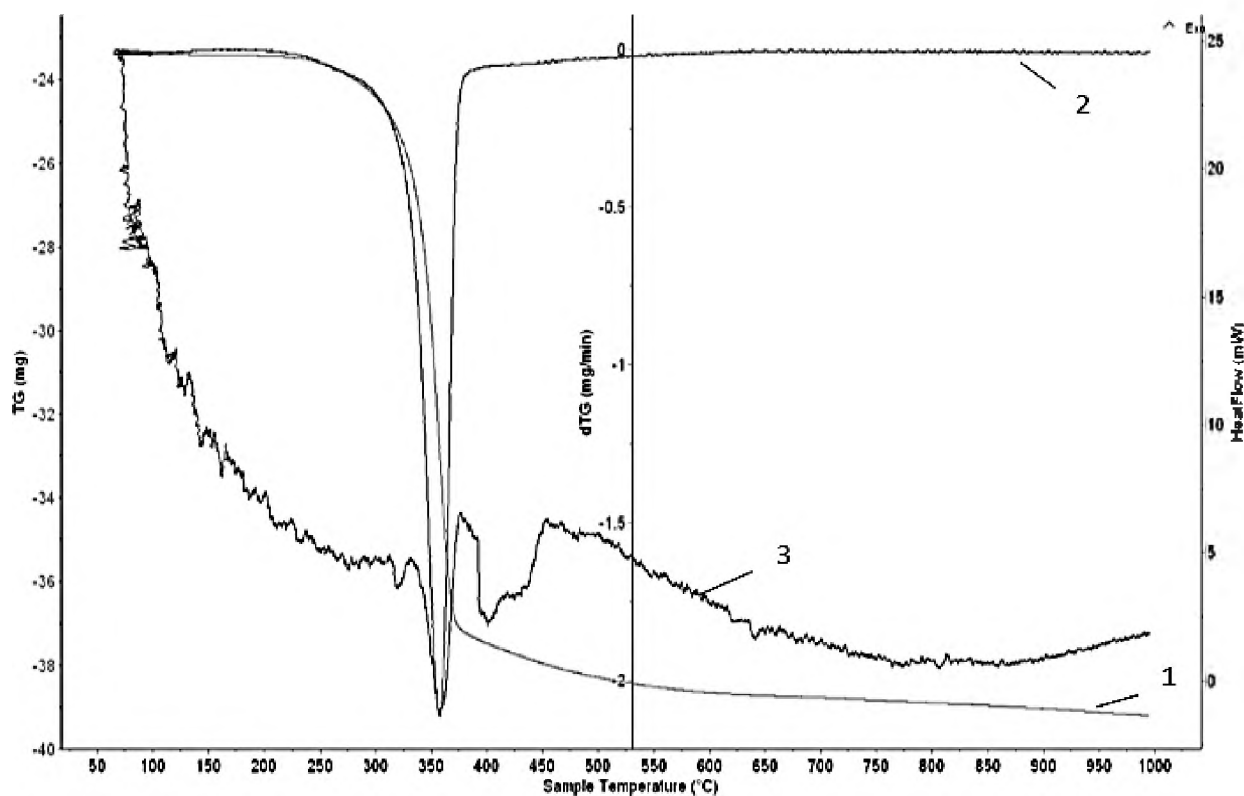


Рис. 2. Термогравиметрические кривые для образца из льняного волокна

Термогравиметрическая зависимость (кривые 1)

Термогравиметрическая зависимость на рис. 1 и рис. 2 показана кривыми 1. На каждой кривой можно выделить три температурные области, отделенные точками перегиба. Первый участок идет параллельно оси температур. Характер полученных в обоих случаях термогравиметрических зависимостей свидетельствуют о том, что до температуры 250 °С природная целлюлоза, являющаяся основой и хлопка, и льна, не претерпевает каких-либо изменений, о чем свидетельствует горизонтальный участок зависимости, идущий параллельно температурной оси (оси абсцисс).

Второй участок начинается с температуры 250 °С. Здесь наблюдается резкая потеря массы образцов, что говорит о протекании процессов термодеструкции волокон, т.е. разрушения образцов под действием температуры. При этом в интервале температур 260–350 °С разложение идет с высокой скоростью. Однако процесс деструкции заканчивается для целлюлозы хлопка при температуре 350 °С, а для целлюлозы льна – при 375 °С. Данный факт можно объяснить тем, что целлюлоза льна имеет большую степень полимеризации, т.е. ее макромолекулы значительно длиннее, чем у целлюлозы хлопка, следовательно, для полного разрушения требуются более жесткие условия.

Третий участок начинается с температуры 400 °С, где процесс замедляется, о чем свидетельствует плавно ниспадающий участок кривых 1.

На графике, характеризующем поведение льняной целлюлозы на начальном этапе, можно выделить отдельную особенность – перегиб на кривой в диапазоне температур 230–270 °С. Это означает, что при данной температуре происходит замена одного процесса на другой или параллельно с основным процессом протекает ещё какой-либо. Основным процессом является термодеструкция целлюлозы. Поэтому, вероятнее всего предположить, что поскольку суровый лен содержит очень большое количество примесей, по сравнению с хлопком, то в данном температурном диапазоне происходит также интенсивное разложение сопутствующих веществ-примесей.

Дифференциальная термогравиметрическая зависимость (кривые 2)

Более наглядным является представление данных в дифференциальной форме (кривые 2). В этом случае величиной, откладываемой по оси ординат, является скорость изменения массы. Перегибам на интегральной и диф-

ференциальной кривой отвечают экстремумы. На рис. 1 и 2 – это минимумы, но, так как скорость в данном случае отрицательна (масса уменьшается), они отвечают максимальным по модулю значениям скорости. Таким образом, характер кривых показывает, что максимальная скорость термодеструкции имеет место при температуре: для хлопковой целлюлозы – 330 °С; для льняной целлюлозы – 355 °С. Разница в температурах также связана с природой и длиной макромолекул целлюлозы.

Тепловой поток (кривые 3)

Тепловой поток представлен на рисунках 1 и 2 в виде кривых 3. Как уже отмечалось ранее, при изменении температуры в веществах могут протекать превращения, сопровождающиеся поглощением или выделением тепловой энергии, т.е. тепловыми эффектами. Эти превращения характеризуют изменение энергии межатомного и межмолекулярного взаимодействия. К числу таких процессов относятся агрегатные (затвердевание, переход вещества в жидкое или газообразное состояние и т.п.) и фазовые превращения (кристаллизация, стеклование).

Действие высокой температуры вызывает более или менее глубокие изменения целлюлозы. Глубина этих изменений зависит не только от температуры нагрева, но также от его продолжительности, длины макромолекул целлюлозы, присутствия в ней примесей и состава окружающей среды. Вначале при умеренном нагреве (выше 120 °С) происходит деполимеризация – укорачивание макромолекул целлюлозы, а затем при более высоком нагревании (выше 240 °С) начинается дегидратация (отщепление молекул воды) и изменение элементарного звена макромолекулы целлюлозы. Указанные процессы являются эндотермическими, т.е. протекающими с поглощением тепла, о чем свидетельствует первый участок (ниспадающая ветвь) кривых 3.

При температурах 280–360 °С наряду с деполимеризацией происходят химические изменения элементарного звена макромолекулы целлюлозы и сопутствующих примесей, о чем свидетельствуют минимальные значения на кривых теплового потока.

Дальнейшее нагревание целлюлозы приводит к интенсивному и глубокому ее распаду с образованием жидких и газообразных продуктов и выделением тепла, т.е. процессы являются экзотермическими (восходящие участки кривых 3). Выделение жидких продуктов почти заканчивается при поднятии температуры до 400–450 °С.

Остаток от термодеструкции волокон состоит из целлюлозного угля, а углекислый

газ, метан, этилен, вода, ацетон и уксусная кислота выделяются в виде газообразных веществ [9].

Таким образом, характер полученных зависимостей теплового потока при термическом разложении хлопка и льна свидетельствует о том, что на начальном этапе нагрева протекают процессы, идущие с поглощением тепла (эндотермические реакции); после полного разложения образцов до газообразных продуктов – идут процессы, сопровождающиеся выделением тепла (экзотермические реакции); на заключительном третьем участке – процессы снова характеризуются как эндотермические.

Таким образом, при всей одинаковости хода кривых для хлопка и льна можно найти и некоторые различия:

– на графике, характеризующем поведение льняной целлюлозы на начальном этапе можно выделить отдельную особенность – небольшой перегиб кривой в диапазоне температур 230–270 °С;

– во второй области термогравиметрических кривых обращает на себя внимание тот факт, что процесс интенсивной деструкции хлопкового волокна заканчивается несколько раньше в сравнении со льном: при температурах 350 и 375 °С, соответственно.

Вероятно, наличие этих фактов можно объяснить различиями как в строении самих хлопковых и льняных волокон, так и отличием в надмолекулярной структуре целлюлозы льна и хлопка. Основные различия заключаются в том, что:

– льняная целлюлоза имеет большую степень полимеризации, т.е. ее макромолекулы значительно длиннее, чем у целлюлозы хлопка;

– целлюлоза льна обладает большей кристалличностью, т.е. ее структура более упорядочена;

– более высокая концентрация естественных примесей в льняном волокне (~ 25 % в сравнении с 5 % хлопка);

– наличие трехмерного лигнина в волокне дополнительно «структурирует» льняную целлюлозу.

Такие различия в химической и надмолекулярной структуре целлюлозы делает льняное волокно более прочным и устойчивым к действию различных факторов, в том числе и температуры. Этим объясняется более жесткие условия деструкции на втором этапе разложения. Наличие же большего количества примесей, которые могут подвергаться деструкции легче целлюлозы, оказывает влияние на ход начального участка кривых.

Результаты проведенного исследования показывают принципиальную возможность использования термогравиметрии при оценке пожароопасных свойств текстильных материалов. Термогравиметрический анализ позволяет определить температуру, при которой достигается максимальная скорость разложения хлопковой и льняной целлюлозы, а также процент убыли массы образца в результате теплового воздействия.

Список литературы

1. Пожарная опасность хлопкопрядильных производств. https://studwood.ru/1540075/bzhd/pozharnaya_opasnost_hlopkopryadilnyh_proizvodstv

2. Пожарная безопасность предприятий текстильной промышленности. https://revolution.allbest.ru/life/00503983_0.html

3. Блиничева И. Б., Мизеровский Л. Н., Шарнина Л. В. Физика и химия волокнообразующих полимеров. Иваново: ИГХТУ, 2005. 376 с.

4. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник под ред. Б. Н. Мельникова. Иваново: Талка, 2003. 405 с.

5. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий: справочник под ред. Г. М. Островского Ч.2. СПб.: НПО «Профессионал», 2006. 916 с.

6. Андросов А. С., Бегишев И. Р., Салеев Е. П. Теория горения и взрыва. М.; АГПС МЧС России, 2007. 240 с.

7. Термический анализ / Ивлев В. И. [и др.]. Саранск: изд-во Мордовского ун-та, 2017. 44 с.

8. Термогравиметрический анализ. https://www.mt.com/ru/ru/home/library/on-demand-webinars/lab-analytical-instruments/Thermogravimetric_Analysis.html

9. Термическое разложение целлюлозы. <http://bricet.com.ua/708nm/>

10. Алгаев И. Г., Циркина О. Г., Ульева С. Н. Анализ пожарной опасности текстильных материалов из природных целлюлозных волокон // ПОИСК – 2019: сб. матер. межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. Ч. 1. Иваново: ИВГПУ, 2019. С.65–67.

References

1. *Pozharnaya opasnost' hlopkopryadil'nyh proizvodstv* [The fire hazard of cotton production] https://studwood.ru/1540075/bzhd/pozharnaya_opasnost_hlopkopryadilnyh_proizvodstv
2. *Pozharnaya bezopasnost' predpriyatij tekstil'noj promyshlennosti* [Fire safety of the textile industry] https://revolution.allbest.ru/life/00503983_0.html
3. Blinicheva I. B., Mizerovskij L. N., Sharnina L. V. *Fizika i himiya voloknoobrazuyushchih polimerov* [Physics and chemistry of fibre-forming polymers]. Ivanovo: IGHTU, 2005. 376 p.
4. *Otdelka hlopchatobumazhnyh tkaney* [Finishing of cotton fabrics]: spravochnik pod red. B. N. Mel'nikova. Ivanovo: Talka, 2003. 405 p.
5. *Novyj spravochnik himika i tekhnologa. Processy i apparaty himicheskikh tekhnologij New Handbook of chemist and technologist*. [The processes and apparatuses of chemical technology]: spravochnik pod red. G. M. Ostrovskogo Ch.2. SPb.: NPO «Professional», 2006. 916 p.
6. Androsov A. S., Begishev I. R., Saleyev Ye. P. *Teoriya goreniya i vzryva* [Theory of combustion and explosion]. M.: AGPPS MCHS Rossii, 2007. 240 p.
7. *Termicheskij analiz* [Thermal analysis] Ivlev V.I. [et al.]. Saransk: izd-vo Mordovskogo unta, 2017. 44 p.
8. *Termogravimetriceskij analiz* [Thermogravimetric analysis] https://www.mt.com/ru/ru/home/library/on-demand-webinars/lab-analytical-instruments/Thermogravimetric_Analysis.html
9. *Termicheskoe razlozhenie cellyulozy*. [Thermal decomposition of cellulose] <http://bricet.com.ua/708nm/>
10. Algayev I. G., Tsirkina O. G., Ul'yeva S. N. *Analiz pozharnoj opasnosti tekstil'nyh materialov iz prirodnyh cellyuloznyh volokon* [Analysis of fire risk of textile materials from natural cellulose fibers] // *POISK – 2019: sb. mater. mezhvuz. nauch.-tekhn. konf. aspirantov i studentov s mezhdunar. uchastiem*. Ch. 1. Ivanovo: IVGPU, 2019, pp. 65–67.

Циркина Ольга Германовна

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

Tsirkina Olga Germanovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
professor, doctor of technical sciences, associate Professor
E-mail: ogtsirkina@mail.ru

Шарнина Любовь Викторовна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
профессор, доктор технических наук, профессор
E-mail: sharnina51@mail.ru

Sharnina Liubov Victorovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
professor, doctor of technical sciences, Professor
E-mail: sharnina51@mail.ru

Никифоров Александр Леонидович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник
E-mail: anikiforoff@list.ru

Nikiforov Aleksandr Leonidovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
professor, doctor of technical sciences, senior researcher
E-mail: anikiforoff@list.ru

Петров Андрей Вячеславович,

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
кандидат химических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отделения УНК «Государственный надзор»
E-mail: avp75@inbox.ru

Petrov Andrey Viacheslavovich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
candidate of chemical sciences, associate professor, Head of the Research Department of the UNOC «State Supervision»
E-mail: avp75@inbox.ru

Ульева Светлана Николаевна

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

Ulieva Svetlana Nikolaevna

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
associate Professor, candidate of chemical sciences
E-mail: jivotyagina@mail.ru

Сорокин Дмитрий Вячеславович

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

E-mail: element_37@mail.ru

Sorokin Dmitry Vyacheslavovich

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
associate

E-mail: element_37@mail.ru

УДК 614.841

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАМЕГАШЕНИЯ ПРОЛИВА ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ В ГРАНУЛИРОВАННОМ СЛОЕ ПОДЛОЖКИ

Е. В. ШИРЯЕВ

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

В статье представлены результаты экспериментов горения легковоспламеняющихся жидкостей (бензина) с гранулированными подложками различных фракций. Проведен анализ физико-механических характеристик различных пористых гранулированных материалов. Проведена экспериментальная оценка отношения «сухого» слоя гранулированной подложки и слоя гранул, погруженных в жидкость. Построены графики распределения температуры по высоте системы «гранулированная подложка – жидкость», а также график распределения средней высоты пламени при горении нефтепродукта с подложками из гранул пеностекла различных фракций. Определены параметры гранулированных подложек, которые влияют на геометрические параметры пламени при горении нефтепродукта, характер горения, распределение температур в гранулированном слое.

Ключевые слова: нефтепродукты, пламя, высота, температура, гранулированная подложка.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PLAMEGATE STRAIT OF FLAMMABLE LIQUIDS IN THE GRANULAR LAYER OF THE SUBSTRATE

E. V. SHIRYAEV

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

The article presents the results of the experiments combustion of flammable liquid (gasoline) from the granular substrates of different factions. The analysis of physical and mechanical characteristics of various porous granular materials is carried out. An experimental evaluation of the ratio of the «dry» layer of the granular substrate and the layer of granules immersed in the liquid is carried out. Graphs of the temperature distribution along the height of the system «pelletized substrate – liquid», and a graph of the distribution of the average flame height during combustion of oil with the substrate of the granules of foamed glass of different factions. The calculated parameters granular substrates that affect the geometric parameters of the flame during combustion of petroleum products, the nature of combustion, temperature distribution in the granular layer are determined.

Keywords: oil products, flame, height, temperature, granular substrate.

Ограничение распространения пожара за пределы очага регламентируется ст. 59 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»¹. Сни-

жение пожарной опасности локальных проливов горючих жидкостей может быть достигнуто за счет применения технических решений, ограничивающих разлив и растекание жидкости при пожаре, при этом предотвращающих развитие пожара за счет снижения характеристик пламени вплоть до полного его затухания.

Одним из наиболее простых и эффективных способов повышения эффективности пожаротушения проливов горючих жидкостей является применение гранулированных мате-

© Ширяев Е. В., 2019

¹Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).

риалов в поддонах для сбора проливов легко-воспламеняющихся жидкостей (далее – ЛВЖ), горючих жидкостей (далее – ГЖ) [1,2].

Для защиты оборудования от прогрессирующего пожара пролива известно техническое устройство, представляющее собой емкость с гравийным наполнителем. В виде наполнителя можно использовать щебень, тальк, гравий и керамзит размером гранул 15-35 мм. При этом для эффективности пламегашения свободный, не занятый горючей жидкостью, слой должен быть не менее 30 мм [3].

Принцип работы данного устройства состоит в том, что пролитая горючая жидкость свободно проходит через зазоры между гранулами и растекается по всей площади емкости, при этом высота наполнителя должна превышать уровень жидкости не менее, чем на 30 мм для флегматизации и локализации горения. В таких условиях при воспламенении паров горючей жидкости образуется устойчивое пламенное горение, высота которого не превышает 150 – 200 мм, а его температура 750 °С. Установлена экспериментальная зависимость высоты пламени от размера гранул наполнителя на противне 0,16 м², рис. 1.

Недостатком предлагаемого способа является то, что предлагаемые к использованию гранулированные материалы обладают высокой насыпной плотностью и соответственно большой массой, что делает поддоны (емкости) с огнегасящим наполнителем не мобильными. Кроме этого, эффективность пламегашения снижается при поднятии уровня горючей жидкости к поверхности гранулированного слоя, а при превышении уровня грану-

лированной поверхности и вовсе не влияет на геометрические и тепловые характеристики пламени.

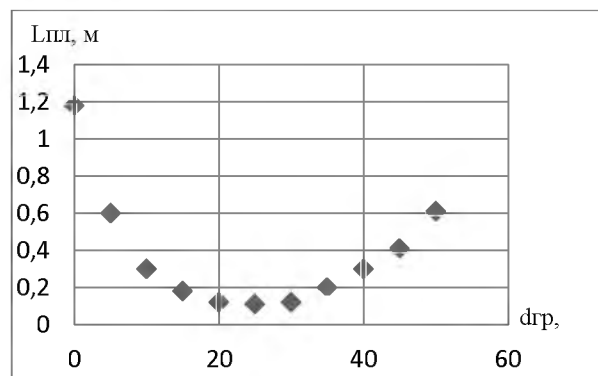


Рис. 1. Изменение высоты пламени от размера гранул при горении керосина в поддоне

Для того чтобы гранулированный слой эффективно гасил пламя, пролитой горючей жидкости, не зависимо от уровня ее взлива (поднятия в емкости) гранулы должны обладать положительной плавучестью, не высоким влагопоглощением (гигроскопичностью).

Проведенный анализ физико-механических характеристики различных пористых гранулированных материалов показал, что гранулированное пеностекло марки «Термоизол» является самым легким, низкогигроскопичным, термостойким материалом, обладающим низкой теплопроводностью, табл. 1.

Таблица 1. Физические свойства гранулированных материалов

№ п/п	Материал	Размер фракции, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Температура получения, °С	Водопоглощение, %	Теплопроводность Вт/(м·°С)	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	Теплоусвоения Вт/(м ² ·°С)
1	Гравий керамзитовый ²	5-10	600	900-1000	20	0,190	0,23	2,83
		10-20	500	900-1000	25	0,165	0,23	2,41
		10-20	400	900-1000	25	0,145	0,24	2,22
		20-40	300	900-1000	30	0,130	0,25	1,86
		20-40	200	900-1000	30	0,110	0,26	1,3
2	Гравий шунгизитовый	0-5	600	1100	20	0,13	0,22	2,89
		5-10	500	1100	25	0,12	0,22	2,54
		10-20	450	1100	25	0,11	0,22	2,3
		20-40	400	1100	30	0,11	0,23	2,1
3	Щебень шлакопемзовый и	1-5	600	1100-1300	20	0,15	0,15	4,36
		5-10	500	1100-1300	25	0,14	0,14	3,83

²ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия».

№ п/п	Материал	Размер фракции, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Температура получения, °С	Водопоглощение, %	Теплопроводность Вт/(м°С)	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	Теплоусвоения Вт/(м ² ·°С)
	аглопоритовый	10-20	450	1100-1300	25	0,13	0,13	3,37
		20-40	400	1100-1300	30	0,122	0,122	2,98
4	Щебень из перилита ³	1-3	500	1000-1100	20	0,09	0,09	1,92
		1-5	450	1000-1100	20	0,076	0,076	1,6
		5-10	400	1000-1100	25	0,07	0,07	1,42
		10-20	350	1000-1100	25	0,064	0,064	1,04
5	Вермикулит вспученный ⁴	1-3	300	850-900	20	0,07	0,22	1,16
		4-8	250	850-900	25	0,065	0,23	1,02
		5-10	200	850-900	30	0,06	0,24	0,75
6	Гранулированное пеностекло «Термоизол» ⁵	1-5	300	850	8	0,07	0,009	0,45
		5-7	250	850	8	0,06	0,007	0,39
		10-20	200	850	10	0,045	0,005	0,33
		20-30	180	850	10	0,038	0,004	0,30

Для оценки эффективности плавучести подложек из гранулированного пеностекла были сформированы четыре образца подложек различных фракций Ф1-5, Ф5-7, Ф10-20, Ф20-30 высотой 70 мм каждая для емкости (резервуара) диаметром 150 мм и высотой 200 мм. Образцы гранулированных подложек помещены в стеклянные емкости на одни сутки, при этом были проведены замеры высоты «сухого» слоя, находящегося над уровнем жидкости (воды) и слоя, занятого жидкостью. В табл. 2 сведены параметры, показывающие объем слоев гранул после 24 часов пребывания в воде.

Таблица 2. Усредненное отношение «сухого» слоя и слоя гранул, погруженных в жидкость

№ п/п	Фракция, мм	Сухой слой, ε, %	Гранулы в жидкости, ε, %
1	1-5	1/4	3/4
2	5-7	1/3	2/3
3	10-20	1/2	1/2
4	20-30	2/3	1/3

После проведения эксперимента с водой, аналогично был проведен эксперимент с ЛВЖ – бензин плотностью $\rho = 729 \text{ кг/м}^3$ также для четырех фракций пеностекла. Высота «су-

хого» слоя, находящегося над уровнем воды в среднем на 10 % больше высоты «сухого» слоя, находящегося над уровнем бензина. Из-за низкой плотности гранулированных подложек при проливе жидкостей образуется «сухой» слой. Самый большой по высоте – слой фракции 20-30 мм, самый маленький – слой фракции 1–5 мм.

Именно высота «сухого» слоя и диаметр гранул влияют на эффективность пламегашения горючей жидкости. В свою очередь теплопроводность гранул влияет на температуру прогрева слоя жидкости, у мелкой фракции пеностекла теплопроводность выше из-за небольшой пористости гранул. Таким образом, в условиях поиска минимальной высоты гранулированной подложки, необходимой для гашения пламени ЛВЖ, нужно учитывать, с одной стороны небольшую высоту «сухого» слоя гранул Ф1-5, с другой – большой диаметр канала фракции Ф20-30.

Для оценки эффективности снижения параметров пламени при горении ЛВЖ в гранулированном слое из пеностекла была разработана маломасштабная установка, рис. 2.

Порядок подготовки и проведения эксперимента следующий: в металлическую емкость диаметром 150 мм и высотой 200 мм насыпался слой гранул 70 мм одной из фракций (табл. 2), затем наливался нефтепродукт (бензин АИ-92) в центр емкости до уровня всплытия гранулированной подложки до верхнего уровня емкости. Размещались термомпары ТХКА внутри емкости на расстоянии от поверхности 3,5 см; 7 см и 10,5 см; лучиной осуществляется поджег ЛВЖ; геометрические параметры пламени фиксировались видеокamerой Canon fx20 (60 кадр/с); термические параметры определялись при помощи тепловизора

³ГОСТ 10832-2009 «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия».

⁴ГОСТ 12865-67 «Вермикулит вспученный».

⁵ГОСТ 33676-2015 «Материалы и изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений. Классификация. Термины и определения».

Fluke Ti20; термоанемометр определяет скорость воздушного потока и температуру окружающей среды; по «миллиметровке», расположенной на стене (в области измерения тепловизором) определялась высота пламени.

На рис. 3 представлены фотографии горения бензина АИ-92 с плавающей гранули-

рованной подложкой разных фракций. Горение бензина в емкости диаметром 150 мм с подложками из гранул пеностекла высотой 70 мм и без подложки: а) без подложки; б) фракция 20–30 мм; в) фракция 10–20 мм г) фракция 5–7 мм; д) фракция 1–5 мм.

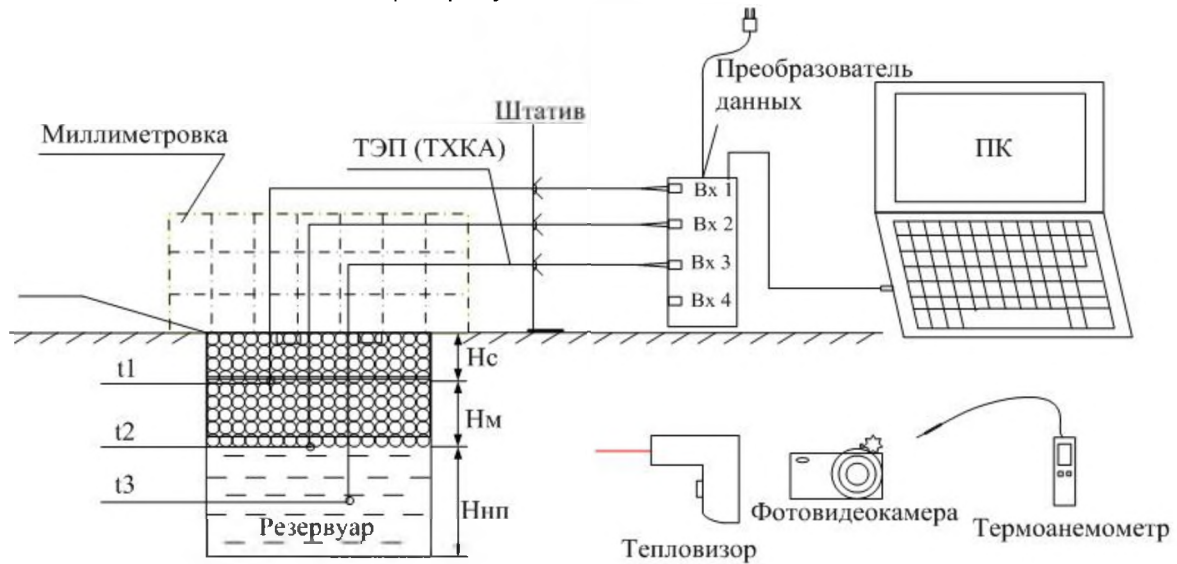


Рис. 2. Маломасштабная установка для проведения огневых испытаний гранулированных подложек
 Hс – высота «сухого» слоя; Hм – высота слоя в нефтепродукте;
 Hнп – высота разлива нефтепродукта; t1, t2, t3 – температуры в соответствующих точках



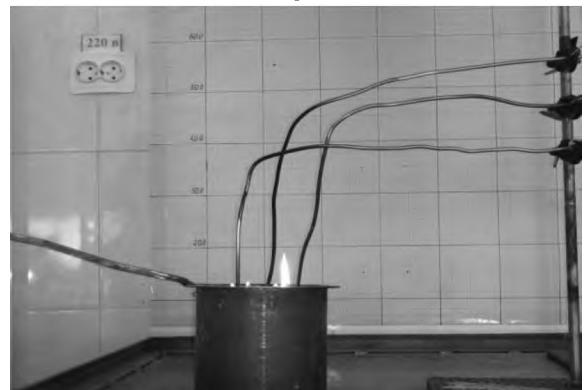
а



б



в



г



д

Рис. 3. Горение бензина в емкости диаметром 150 мм с подложками из гранул пеностекла высотой 70 мм и без подложки:
а) без подложки; б) фракция 20–30 мм;
в) фракция 10–20 мм
г) фракция 5–7 мм; д) фракция 1–5 мм

Проведена оценка геометрических характеристик пламени. Высота пламени в горелке диаметром 150 мм без применения подложки достигает 110 см с учетом пульсаций. В зависимости от диаметра гранул (фракции пеностекла) высота пламени в проведенных экспериментах снижается до 7 см, рис. 4 г), при этом высота «сухого» слоя пеностекла составляет около 5 см. При увеличении «сухого» слоя гранул фракции 5–7 мм до 8 см горение прекращается. На рис. 5 представлено распределение средней высоты пламени при горении нефтепродукта с подложками из пеностекла различных фракций и при горении бензина со свободной поверхности.

На рис. 4 показано распределение средней высоты пламени с интервалом в 10 секунд при горении бензина в емкости диаметром 150 мм с подложками 4х фракций и без них. Турбулентный режим горения наблюдается на рис. 3 а), б), д), для данного режима характерны пульсации пламени. Ламинарный режим горения на рис. 3 в), г) без пульсаций пламени.

Пламя при горении бензина АИ-92 в горелке диаметром 150 мм, показывает, что в этом пламени наблюдаются беспорядочные пульсации, рис. 3. а), б), д). При этом режим горения является турбулентным при значениях Re значительно меньше 2000 (для горелки диаметром 150 мм может составлять 300-400, вследствие особого профиля скоростей) [4]. Разные режимы горения говорят о разных скоростях горения нефтепродукта и разной интенсивности испарения жидкости в процессе горения. Самая низкая скорость горения соответствует процессу горения с подложкой фракции 5-7 мм, при этом площадь горения занимает лишь 1/8 часть площади емкости.

На графике (рис. 5) показано распределение температур в точке t_1 , на 35 мм ниже поверхности гранул.

На графике (рис. 6) показано распределение температур в нижней точке t_2 , на 70 мм ниже поверхности гранул.

На графике (рис. 7) показано распределение температур в точке t_3 , на 105 мм ниже поверхности гранул.

Распределение температур в слоях гранулированной подложки и в жидкости показывает быстрый рост температуры в точке t_1 на глубине 35 мм от поверхности гранулированного слоя (за исключением фракции 5–7 мм) и медленный рост температуры в точке t_3 на глубине 105 мм. С увеличением расстояния от поверхности жидкости изменение температуры при горении жидкости происходит гораздо медленнее.

На рис. 5 видно, что значения температур в точке t_1 для всех фракций 20–30, 10–20 и 1–5 гранулированных подложек выше начальной температуры кипения бензина ($T_{кип} \approx 65-70$ °С), для фракции 5–7 мм температура в данной точке не превысила 70 °С.

Распределение температуры в точке t_2 с подложками из гранул фракций 20–30 и 1–5 близки к температуре кипения бензина, а для фракций 5–7 мм и 10–20 мм значительно ниже, рис. 6.

В точке t_3 , расположенной ниже уровня гранул, увеличение температуры происходило значительно медленнее, чем в точках t_1 и t_2 . Минимальное изменение температуры в точке t_3 к концу эксперимента наблюдается в емкости с подложкой фракции 5–7 мм (29°С), максимальное – с подложкой фракции 20–30 (51°С). При этом распределение разницы температур в зависимости от размера фракции гранул пеностекла в t_3 происходит равномерно и на 320 секунде составляет 7°С.

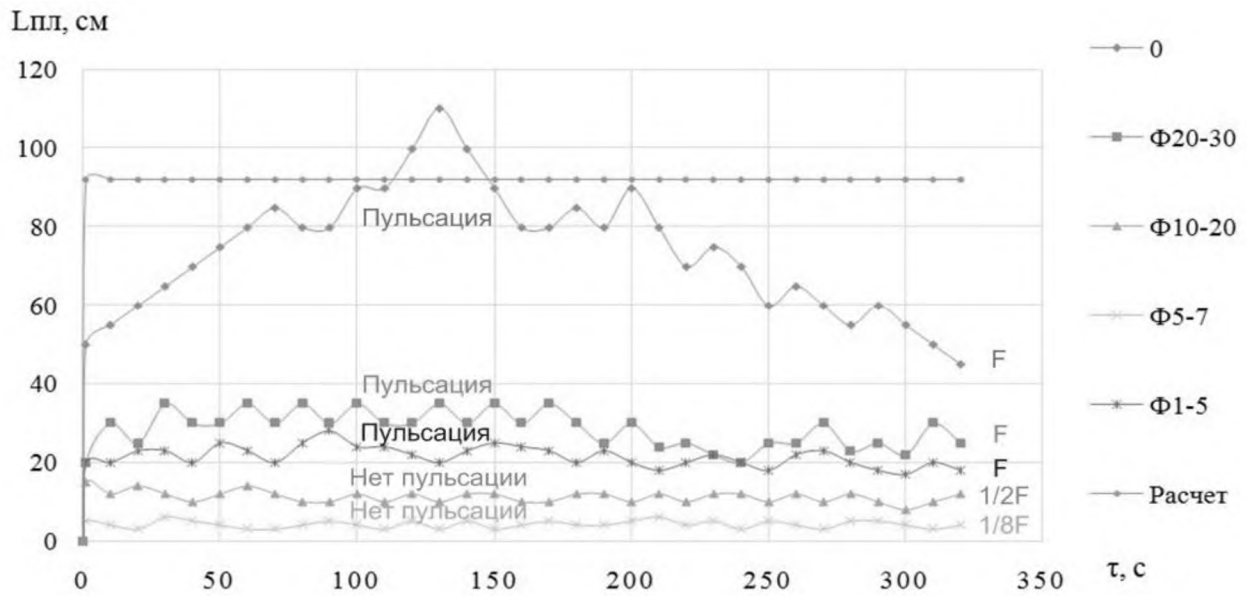


Рис. 4. Распределение средней высоты пламени с интервалом в 10 секунд при горении бензина в емкости диаметром 150 мм с подложками из гранул пеностекла высотой 70 мм и без подложки (F – площадь емкости)

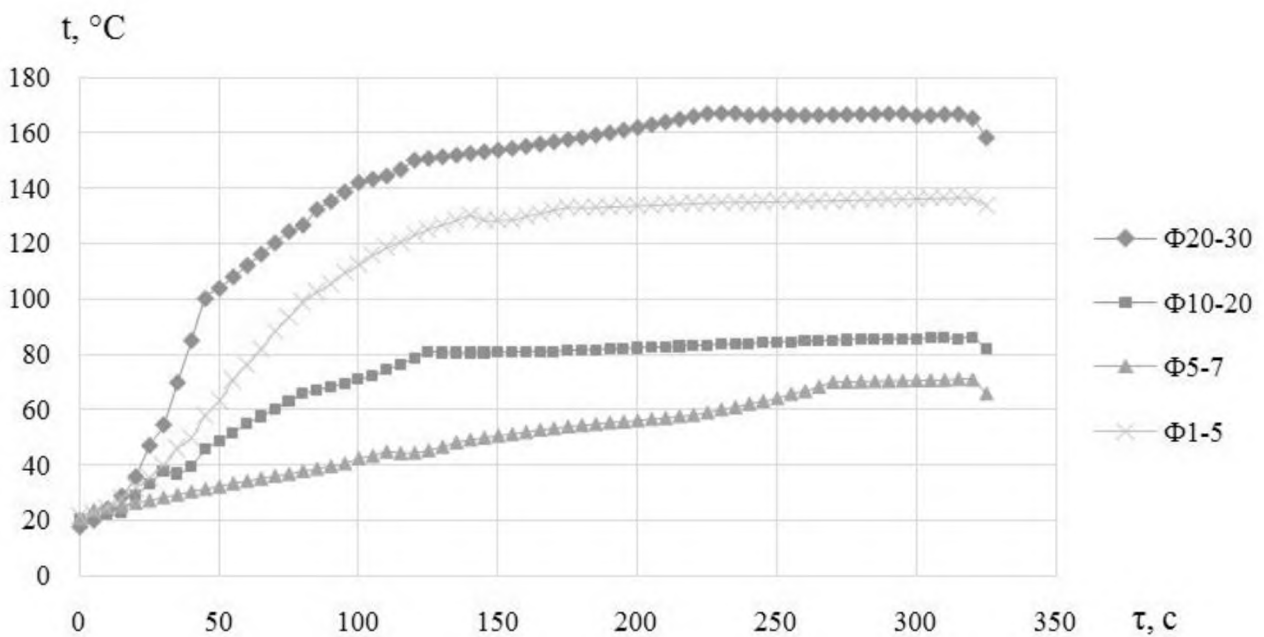


Рис. 5. Распределение температуры в точке t_1

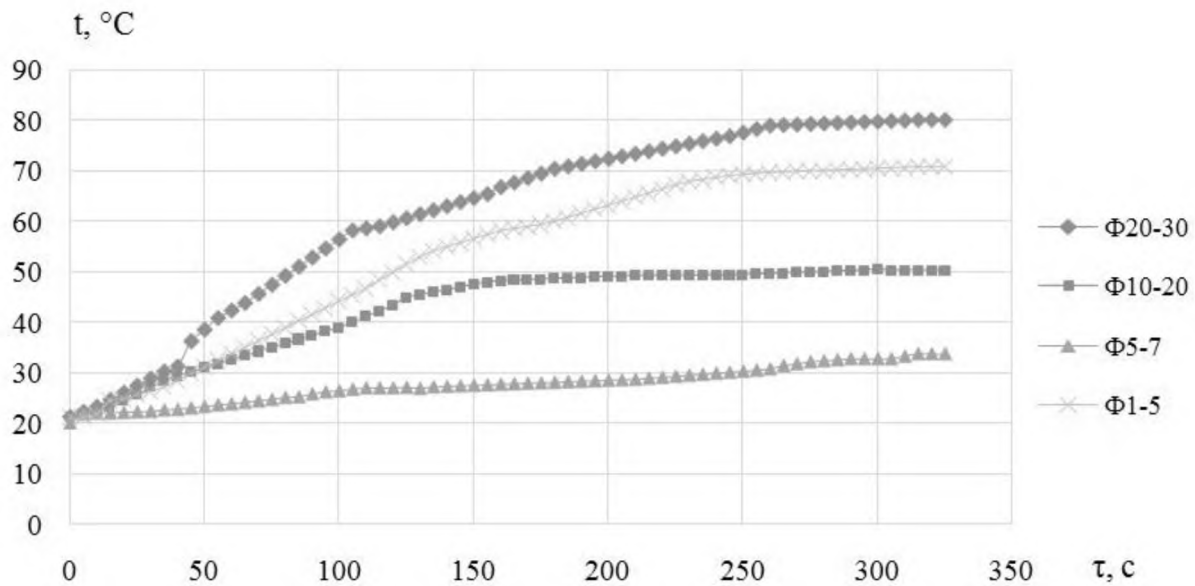


Рис. 6. Распределение температуры в точке t_2

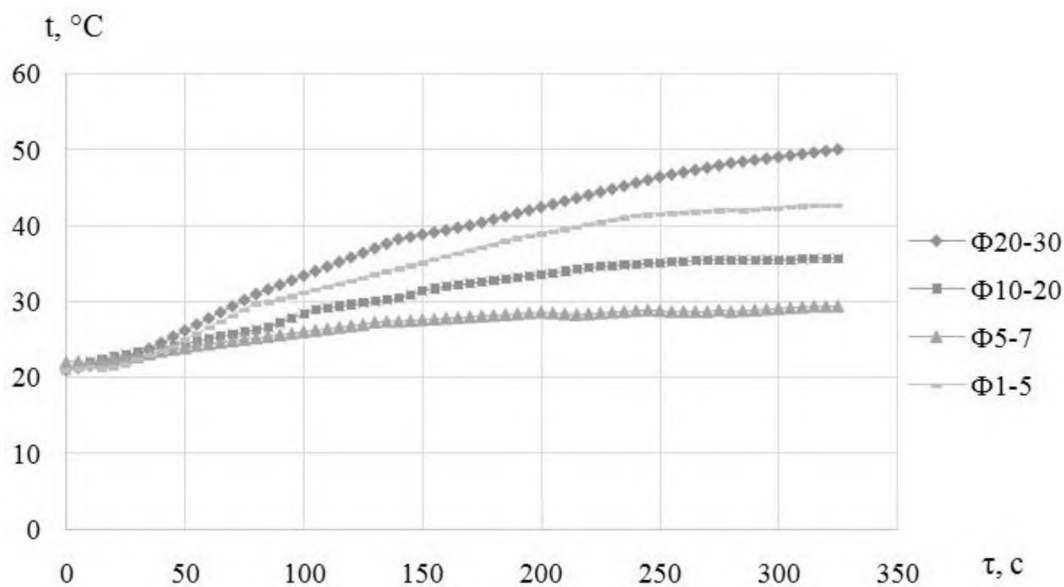


Рис. 7. Распределение температуры в точке t_3

Оценка геометрических параметров пламени показала эффективность пламегашения ЛВЖ с фракцией пеностекла 5–7 мм. Установлено, что размер гранул пеностекла влияет на площадь горения нефтепродукта (с гранулами пеностекла фракции 5–7 мм площадь горения уменьшается в 8 раз). Диаметр гранул

пеностекла влияет на распределение температур в слоях по вертикали, а также на геометрические параметры пламени, режим горения жидкости, площадь горения с поверхности гранулированного слоя.

Список литературы

1. Ширяев Е. В., Назаров В. П. Влияние гранулированной подложки на процесс го-

рения нефтепродукта при его аварийном разливе // Технологии техносферной безопасности. 2017. Вып. 3 (73).

2. Ширяев Е. В., Комельков В. А. Нормативно-правовые основы и опыт применения инженерно-технических решений, направленных на снижение пожарной опасности аварийных проливов горючих жидкостей проливов горючих жидкостей // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). 2018. № 3. С. 82–87

3. Авторское свидетельство СССР №1729521, Кл. А 62 С 3/06, 1988. Бюл. №16.

4. Блинов В. И., Худяков Г. Н.. Диффузионное горение жидкостей / Акад. наук СССР. Энергет. ин-т им. Г. М. Кржижановского. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 208 с.

References

1. Shiryayev E. V., Nazarov V. P. Influence of the granular substrate in the process of

burning oil when an emergency channel *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti*, 2017, vol. 3 (73).

2. Shiryayev E. V., Komelkov V. A. Regulatory and legal framework and experience in the application of engineering solutions aimed at reducing the fire hazard of emergency spills of flammable liquids. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii (Sovremennyye problemy grazhdanskoy zashchity)*, 2018. issue 3, pp. 82–87.

3. Copyright certificate of the USSR №1729521, CL. A 62 FROM 3/06, 1988. Bul. № 16.

4. Hudyakov V. I., Blinov G. N. *Diffuzionnoe gorenije jidkosteij*. Acad. of Sciences of the USSR. Energet. in-t im. G. M. Krzhizhanovsky. Moscow : Izd-vo Akad. of Sciences of the USSR, 1961. 208 p.

Ширяев Евгений Викторович

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

E-mail: shiryaevev@bk.ru

Shiryayev Evgeny Viktorovich

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
lecturer

E-mail: shiryaevev@bk.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

К рассмотрению принимаются рукописи в электронном формате документа MicrosoftWord (*.doc, *.docx). Файлы высылаются по адресу: journal@edufire37.ru

Статьи должны полностью соответствовать 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 дымопроницаемой мембраны в сложенном состоянии;
- если рисунок в тексте один, номер не ставится: **Рисунок.** Статистика пожаров, произошедших на различных объектах;
- подрисуночные подписи не входят в состав рисунка, а располагаются отдельным текстом под иллюстрацией. Если на рисунке вводятся новые (ранее не встречавшиеся в тексте) обозначения, они должны быть расшифрованы в подрисуночной подписи; также здесь поясняются элементы, обозначенные на рисунке цифрами. Рекомендуемая ширина рисунков не более 7,5 см;
- ссылки в тексте на таблицы пишутся: «табл.», «табл. 1»;
- слово «Таблица» с порядковым номером и названием размещается по центру. Слово «Таблица» набирается курсивом, название таблицы выделяется полужирно: **Таблица 1. Экспериментальные данные по допустимым срокам непрерывной продолжительности работы в изолирующих термоагрессивостойких костюмах для пожарных;**
- единственная в статье таблица не нумеруется: **Таблица. Анализ оборудования для подачи воздушно-механической пены;**
- по возможности следует избегать использования рисунков и таблиц, размер которых требует альбомной ориентации страницы;
- поворот рисунков и таблиц в вертикальную ориентацию недопустим;
- текст статьи не должен заканчиваться таблицей, рисунком или формулой.

Правила оформления списка литературы

После текста статьи приводится список литературы, оформленный в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Источники указываются в порядке цитирования в тексте. На все источники из списка литературы должны быть ссылки в тексте.

В список литературы включаются только научные и приравненные к ним публикации (статьи, монографии, учебные издания, патенты на изобретения, авторские свидетельства). Ссылки на нормативные документы (законы, постановления, стандарты) должны оформляться как подстрочные сноски.

В статье должны быть представлены два варианта списка литературы:

- список на русском языке;
- список в романском алфавите (References).

Для изданий на русском языке:

- для книжных изданий на русском языке обязательная транслитерация оригинального названия и перевод названия на английский язык (в квадратных скобках);
- для журнальных статей на русском языке допускается 2 варианта описания – полный и сокращенный. В полном варианте обязательная транслитерация оригинального названия статьи и её перевод на английский язык (в квадратных скобках). В сокращенном варианте транслитерация и перевод статьи опускаются.

Для изданий на английском языке:

- для книжных изданий на английском языке транслитерация не производится;
- для журнальных статей на английском языке транслитерация не производится;
- тире, а также символ // в описании на английском языке не используются.

Для изданий в переводной версии российского журнала:

- приводится только англоязычное название статьи;
- перечисляются все авторы материала через запятую. Фамилия и инициалы транслитерируются. Инициалы от фамилии запятой не отделяются.

В References при переводе статьи на английский названия изданий и журналов не переводятся, используется транслитерация.

Если есть, обязательно указывается DOI.

Материалы предоставляются по адресу:
Россия, 153040, Ивановская область, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Редакция журнала «Современные проблемы гражданской защиты»,
тел.: (4932) 34-38-18; e-mail: journal@edufire37.ru