

ISSN 2658-6223



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

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

2(35)/2020

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»

№ 2 (35), 2020



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

Территория распространения — Российская Федерация.

Журнал индексируется в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU / РИНЦ (Россия).

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Малый Игорь Александрович*, кандидат технических наук, доцент
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

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

Члены редколлегии:

Акулова Марина Владимировна – д-р техн. наук, профессор, Советник РААСН, заведующий кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)

Алексеев Михаил Иванович – д-р техн. наук, профессор, академик РААСН, профессор кафедры водопользования и экологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (Россия, г. Санкт-Петербург)

Барбин Николай Михайлович – д-р техн. наук, проф., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России» (Россия, г. Екатеринбург)

Бубнов Андрей Германович – д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

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

Бутузов Станислав Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий (в составе учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий) ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России» (Россия, г. Москва)

Ерофеев Владимир Трофимович – д-р техн. наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой «Строительные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева» (Россия, Республика Мордовия, г. Саранск)

Ефремов Александр Михайлович – д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры «Технология приборов и материалов электронной техники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)

Камлюк Андрей Николаевич – канд. физ.-мат. наук, доц., Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Республика Беларусь, г. Минск)

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

Колобов Михаил Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой механики и компьютерной графики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)

Королева Светлана Валерьевна – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

Лопанов Александр Николаевич – д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет (Россия, г. Белгород)
Назарычев Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, ректор ФГАО ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» Министерства энергетики РФ (Россия, г. Санкт-Петербург)

Потемкина Ольга Владимировна – канд. хим. наук, доцент, помощник начальника ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

Присадков Владимир Иванович – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Россия, г. Балашиха)

Румянцова Варвара Евгеньевна – д-р техн. наук, профессор, Советник РААСН, директор института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)
Сырбу Светлана Александровна – д-р хим. наук, профессор, первый проректор – проректор по научной работе и международным отношениям, заведующий кафедрой неорганической и аналитической химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» (Россия, г. Иваново)

Телчченко 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 09.06.2020 г. Усл. печ. л. 15,4. Тираж 100 экз. Заказ №75.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-73129 от 22.06.2018

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

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

Зайченко Ю. С. Критерий оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования	5
Zajchenko Yu. S. Criteria for equipping fire and rescue units with modern samples of equipment and equipment	5
Королева С. В., Мигунова Ю. С., Данилов П. В. Опыт использования волонтерской практики для совершенствования процесса обучения специалистов экстремального профиля	11
Koroleva S. V., Migunova Yu. S., Danilov P. V. Experience of using volunteer practice to improve the process of training extreme professional specialists	11
Хомякова А. А., Шестернина В. С., Карасева С. Н. Цифровая трансформация государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере	19
Nomyakova A. A., Shesternina V. S., Karasyova S. N. Digital transformation of state and municipal services in urban planning	19

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

Натареев С. В., Николаева Т. А., Снегирев Д. Г. Волокнистый катионит для очистки воды от ионов тяжелых металлов	31
Natareev S. V., Nikolaeva T. A., Snegirev D. G. Fibrous cationite for purification of the waters from heavy metal ions	31

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

Зейнетдинова О. Г., Мочалова Т. А., Шарабанова И. Ю., Мочалова А. М. Оценка радиационной безопасности объектов жилого фонда на территории г. Иваново	36
Zejnetdinova O. G., Mochalova T. A., Sharabanova I. Yu., Mochalova A. M. Assessment of radiation safety of residential facilities in the city of Ivanovo	36

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

Бубнов В. Б., Елин Н. Н., Куликов И. М. Прогнозирование процессов аварийных выбросов в системах нефтесбора	42
Bubnov V. B., Yelin N. N., Kulikov I. M. Forecasting of emergency emission processes in oil recovery systems	42
Зимин Г. С., Ковязина О. С., Семенов А. О. Совершенствование системы управления при тушении пожаров на химически опасных объектах	48
Zimin G. S., Kovvazina O. S., Semenov A. O. Improvement of the management system for fire fighting at chemically hazardous objects	48
Иванов В. Е., Пучков П. В., Легкова И. А. Разработка рациональной конструкции зажима для восстановления работоспособности напорных пожарных рукавов	54
Ivanov V. E., Puchkov P. V., Legkova I. A. Development of a rational clamp design for restoring the performance of pressure fire hoses	54

Малый И. А., Булгаков В. В., Шарабанова И. Ю., Орлов О. И. Разработка системы информационного обеспечения в виде мобильного приложения для комплексной помощи населению в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	61
Malyj I. A., Bulgakov V. V., Sharabanova I. Yu., Orlov O. I. Development of the information management system as a mobile application for comprehensive assistance to population in the field of prevention and elimination of emergencies	61
Масаев С. Н., Едимичев Д. А., Середкина А. А., Руф Е. А. Магнитная буря как источник аварий на нефтеперерабатывающих заводах Российской Федерации	72
Masaev S. N., Edimichev D. A., Seredkina A. A., Ruf E. A. Magnetic storm as a source of accidents in oil refining plants of the Russian Federation	72
Наумов А. Г., Комельков В. А., Емченко Д. В., Наумова О. А., Зарубина Е. В. Влияние микродоз йода как компонента смазочно-охлаждающих технологических средств при обработке металлов резанием	78
Naumov A. G., Komelkov V. A., Emchenko D. V., Naumova O. A., Zarubina E. V. The influence of micro-doses of iodine, as a component of SOTS when processing metals by cutting	78
Сизов А. П., Комельков В. А., Колбашов М. А., Гусев Л. А. Разработка стенда для испытаний уплотнительного устройства водяного насоса	86
Sizov A. P., Komelkov V. A., Kolbashov M. A., Gusev L. A. Development of a test bench for the sealing device of a water pump	86
Староконь И. В. Результаты экспериментального исследования усталостных характеристик отремонтированного сварного соединения морской стационарной нефтегазодобывающей платформы	91
Starokon I. V. Results of the experimental study of the fatigue characteristics of the repaired welded joint of the marine stationary oil and gas producing platform	91
Сырбу С. А., Салихова А. Х. Разработка огнезащитного состава для снижения показателей пожароопасности интерьерных тканей из химических волокон	98
Syrbu S. A., Salikhova A. H. Development of a fire retardant to reduce the fire hazard indicators of interior fabrics made of chemical fibers	98
Харин В. В., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А. Изучение уровня пожарной опасности в Российской Федерации с использованием несмещенной оценки	105
Kharin V. V., Bobrinev E. V., Udavtsova E. Yu., Kondashov A. A. Study of the fire hazard level in the Russian Federation using unbiased estimation	105
Шварев Е. А. Моделирование обстановки с пожарами на основе интеллектуального анализа данных	114
Shvarev E. A. Fire modeling based on data mining	114
Шипилов Р. М., Захаров Д. Ю., Литов К. М. Определение расхода дыхательных ресурсов при работе газодымозащитника с использованием пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента	122
Shipilov R. M., Zakharov D. Yu., Litov K. M. Regularity of air flow depending on the severity of the work performed when operating a prototype of a pneumatic-hydraulic drive of a hydraulic rescue tool	122

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

УДК 614.846.6

**КРИТЕРИЙ ОСНАЩЕННОСТИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
СОВРЕМЕННЫМИ ОБРАЗЦАМИ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ**

Ю. С. ЗАЙЧЕНКО

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

В статье обосновывается важность критерия оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования. Основываясь на корректировании нормативов в зависимости от условий эксплуатации, природно-климатических условиях, сроках эксплуатации пожарных автомобилей и их количестве, возможна оценка и выявление наименее оснащённых территориальных гарнизонов пожарной охраны Российской Федерации.

На примере 83 субъектов России по состоянию на 2016 год был определен критерий оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования, что позволяет рационально оценить обстановку в стране в целом и определить необходимость дальнейших исследований в данной области.

В работе обосновано направление дальнейших исследований, связанных с созданием базы данных, которая будет содержать информацию по оснащённости современными образцами техники и оборудования пожарно-спасательных гарнизонов, и разработкой модели эксплуатации пожарной техники, которая позволит обосновать нехватку пожарно-спасательных автомобилей в том или ином гарнизоне пожарной охраны и послужит базой для лица, принимающего решение, более аргументировано выделять финансирование конкретным субъектам для повышения оснащённости пожарными автомобилями.

Ключевые слова: критерий оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования; пожарно-спасательные автомобили; эксплуатация; пожарно-спасательные гарнизоны; оснащённость.

**CRITERIA FOR EQUIPPING FIRE AND RESCUE UNITS
WITH MODERN SAMPLES OF EQUIPMENT AND EQUIPMENT**

YU. S. ZAJCHENKO

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Moscow
E-mail: entrenger@gmail.com

The article substantiates the importance of the criterion of equipping fire and rescue units with modern samples of equipment and equipment. Based on the adjustment of standards depending on the operating conditions, natural and climatic conditions, the service life of fire trucks and their number, it is possible to assess the state of territorial garrisons of fire protection from an operational point of view and identify the least from this point of view of the subjects of the Russian Federation. Based on the example of 83 Russian regions as of 2016, the criteria for equipping fire and rescue units with modern samples of equipment and equipment were determined, which allows us to rationally assess the situation in the country as a whole and determine the need for further research in this area. The paper substantiates the direction of further research

related to the creation of a database that will contain information on equipment with modern samples of machinery and equipment.

Key words: criteria for equipping fire and rescue units with modern models of equipment and equipment; fire and rescue vehicles; operation; fire and rescue garrisons; equipment.

Ежедневно в мире случаются различные ситуации, разрешить которые без профессиональной помощи очень трудно, поэтому существуют различные экстренные службы. Одной из важнейших характеристик таких служб является оперативное реагирование на конкретную экстренную ситуацию в зависимости от профиля службы. Одной из основных экстренных служб является пожарная охрана. Ведь, как известно, бороться с пожаром неподготовленным людям очень сложно и опасно, а пожары случаются постоянно вне зависимости от социальной, политической, экономической обстановки. По статистике,

проанализировав количество пожаров за 5 лет, можно определить, что в среднем в России каждый час происходит около 16 пожаров [1]. И именно пожарно-спасательные подразделения ведут боевые действия по тушению пожаров, поэтому от уровня их подготовки и оснащенности зависит исход пожара – слаженные, четкие и своевременные действия пожарных позволяют сохранить жизнь и здоровье людей, снизить материальный ущерб от пожара. Тем не менее, жертв на пожарах не всегда удается избежать, так в таблице приведены некоторые страны с большим количеством населения и средним числом погибших на пожарах [2].

Таблица. Динамика числа жертв пожаров в странах мира за 2013–2017 гг.

Страна	Среднее число пожаров в год	Население, тыс. чел.	Число погибших в год					Среднее число погибших		
			2013	2014	2015	2016	2017	в год	на 100 тыс. чел.	на 100 пожаров
США	1309000	327 167	3420	3275	3280	3390	3400	3353	1,02	0,26
Бангладеш	17743	154 331	161	70	68	-	-	100	0,06	0,56
Россия	144328	146 544	10601	10138	9405	8749	7816	9342	6,37	6,47
Япония	41945	128 130	1625	1678	1563	1452	-	1580	1,23	3,77
Вьетнам	2914	93 000	45	90	62	98	96	78	0,08	2,68

Из таблицы видно, что Российская Федерация по количеству погибших на 100 тысяч человек из стран, схожих по численности населения, находится на первом месте. Быстрое прибытие пожарно-спасательных подразделений позволяет снизить последствия от пожара. Поэтому одним из факторов, влияющих на данный показатель, является надежность техники, а, как известно из [3], большая часть технических отказов в работе автомобилей связана с износом узлов, агрегатов и деталей базового шасси, следовательно, чем дольше используется автомобиль, тем больше он подвержен поломкам, а на его ремонт требуется больше времени. Поэтому для оценки состояния пожарно-спасательных автомобилей предложено использовать критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования, который позволяет оценить эксплуатацию пожарно-спасательных автомобилей на основе срока их службы.

Критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными

образцами техники и оборудования ($0 \leq K_{осн.} \leq 1$) представляет отношение условий эксплуатации пожарно-спасательных автомобилей к оснащенности пожарно-спасательного подразделения и определяется по формуле:

$$K_{осн.} = \frac{K_{усл.}}{K_0}, \quad (1)$$

где $K_{усл.}$ – коэффициент условий эксплуатации пожарно-спасательных автомобилей; K_0 – коэффициент оснащенности пожарно-спасательного подразделения.

При этом условия эксплуатации ($K_{усл.}$) в данном случае характеризуются корректированием нормативов в зависимости от условий эксплуатации, природно-климатическими условиями и агрессивностью окружающей среды, в

которой используется техника, и определяются по следующей формуле:

$$K_{\text{учл.}} = K_1 \cdot K_3' \cdot K_3'' \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации; K_3' – коэффициент корректирования в зависимости от природно-климатических условий; K_3'' – коэффициент агрессивности окружающей среды.

Коэффициент оснащенности пожарно-спасательного подразделения (K_0) зависит от количества пожарно-спасательных автомобилей и их срока службы. Он определяется выражением:

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i \cdot K_3)}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (3)$$

где m – число групп пожарно-спасательных автомобилей, распределенных по сроку службы; n_i – количество единиц техники для i -ой группы пожарно-спасательных автомобилей; K_3 – коэффициент эксплуатации для i -ой группы пожарно-спасательных автомобилей.

Числовое значение критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования получается в результате обработки статистических данных, включающих количество и срок службы пожарно-спасательных автомобилей, а также природно-климатических условий, которые определены для каждого субъекта Российской Федерации в Приложении 11¹ и коэффициента эксплуатации, зависящего от срока службы, значения которого указаны в пункте 16².

С учетом изложенных выше сокращений, полная формула для нахождения критерия оснащенности пожарно-спасательных под-

разделений современными образцами техники и оборудования будет представлена следующим образом:

$$K_{\text{осн.}} = \frac{K_1 \cdot K_3' \cdot K_3'' \cdot \sum_{i=1}^m n_i}{\sum_{i=1}^m n_i \cdot K_3} \quad (4)$$

Таким образом, критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования – это количественная характеристика состояния пожарно-спасательной техники в зависимости от внешних факторов.

В основе территориального деления пожарных и спасательных подразделений на территории Российской Федерации лежат пожарно-спасательные гарнизоны [4], поэтому для оценки оснащенности на первом этапе необходим анализ оснащенности территориальных пожарно-спасательных гарнизонов для выявления плохо оснащенных субъектов, в дальнейшем, на уровне субъектов, происходит выборка пожарно-спасательных подразделений, нуждающихся в финансировании для улучшения оснащения.

В результате обработки полученных данных, можно наглядно представить оснащение территориальных пожарно-спасательных гарнизонов (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что значения критерия оснащенности расположены в следующем интервале:

$$0,583 \leq K_{\text{осн.}} \leq 0,867. \quad (5)$$

Результаты расчета критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования позволили выдвинуть статистическую гипотезу о его нормальном распределении, которая была доказана с использованием критерия статистического согласия χ^2 . Параметры нормальной модели: среднее значение 0,7, стандартное отклонения 0,05. Применение нормальной модели распределения критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования позволяет оценить его нормативные значения при различных вероятностях. Так, например, на рис. 2 представлен расчет нормативного значения $K_{\text{осн.}}^{0,9} = 0,76$.

На рис. 3 фигурой ABC обозначена область значений, которым должны отвечать анализируемые субъекты Российской Федерации.

¹ Приказ Минавтотранса РСФСР от 20 сентября 1984 года «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта».

² Приказ МВД от 25 сентября 1995 г. № 366 «Об утверждении нормативов трудоемкости технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей».

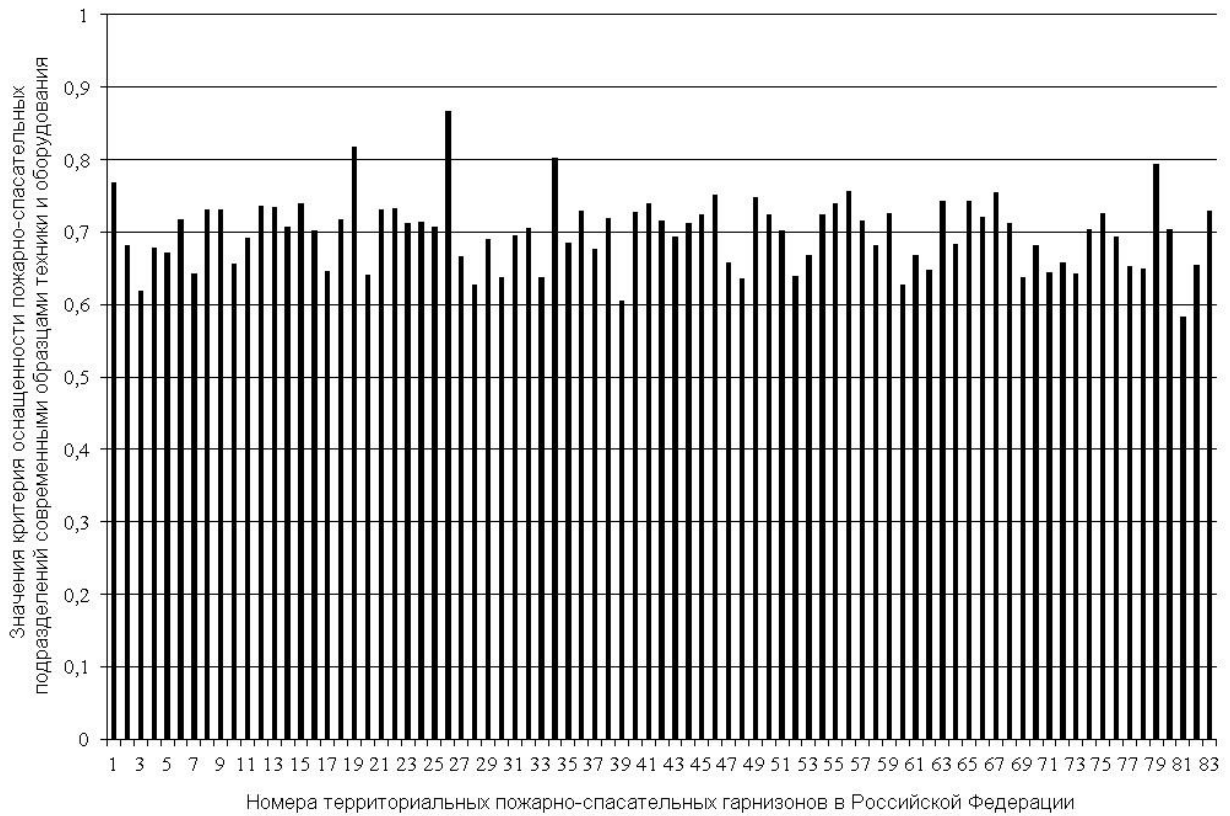


Рис. 1. Значения критерия оснащённости 83 территориальных пожарно-спасательных гарнизонов в Российской Федерации за 2016 год

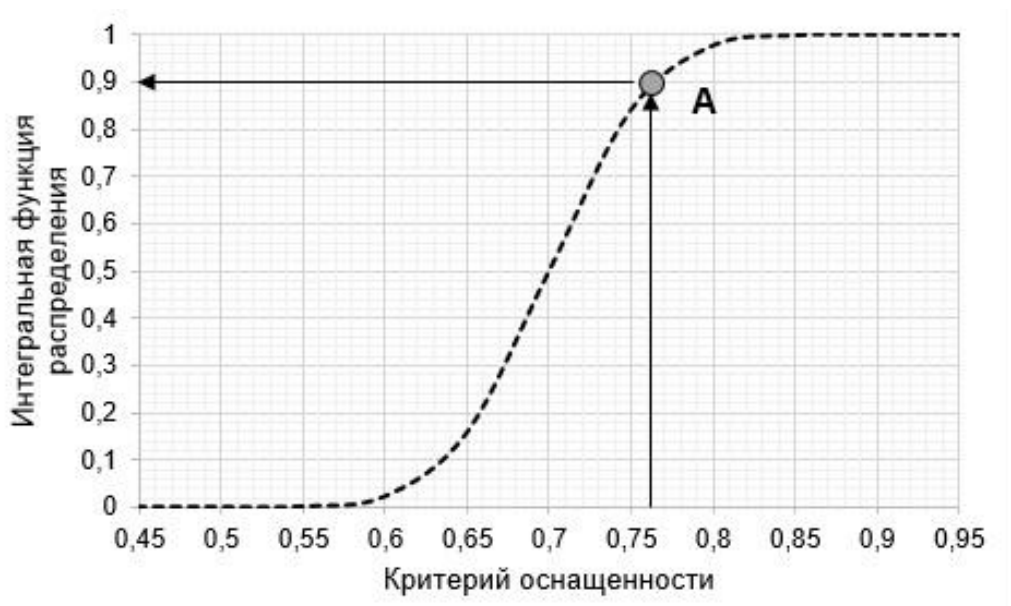


Рис. 2. Нормативное значение критерия оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования

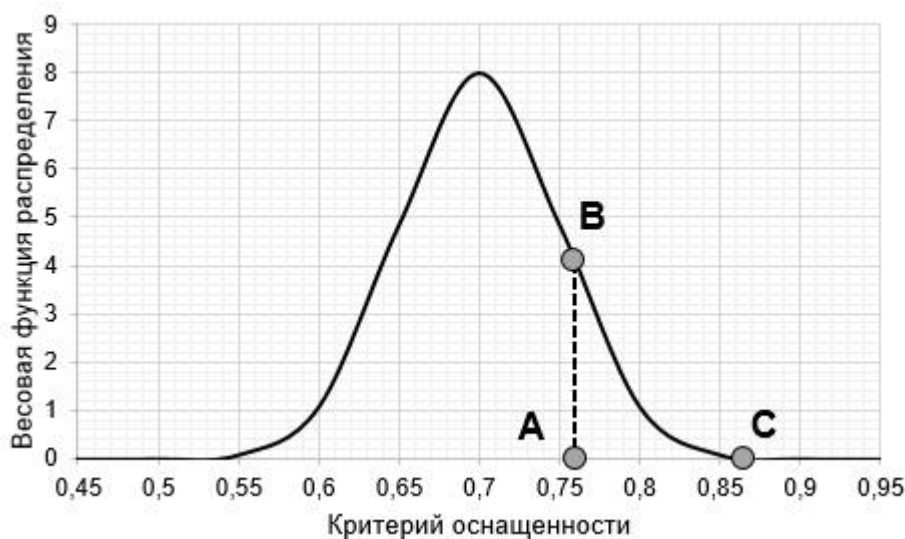


Рис. 3. Значения весовой функции распределения критерия оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования

Как известно, критерий оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования стремится к 1, что является наиболее оптимальным значением. Однако, достижение данного показателя невозможно из-за ограничения бюджета средств на замену старых автомобилей и дотацию новой пожарно-спасательной техники, но увеличение значений критерия необходимо для поддержания оснащённости пожарно-спасательных гарнизонов и, соответственно, подразделений на должном уровне.

Таким образом, наибольшее влияние на критерий оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования оказывает срок службы автомобилей, как известно из [5], более 60 % пожарно-спасательных автомобилей используются со сроком службы более 10 лет. Автомобили с большим сроком службы чаще подвержены отказам, что создает препятствия пожарной охране при выполнении задач по назначению, поэтому они подлежат замене.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
2. Brushlinsky N. N., Hall J. R., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistics. CTIF, 2018, no. 23, 62 p.

При выделении финансирования всегда возникает вопрос: в пользу какого субъекта принимать решение по выделению бюджетных средств? Поэтому исследование критерия оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования позволит оптимизировать данную процедуру и обоснованно принимать решения в данной области.

В дальнейшем предлагается создание базы данных для изучения динамики показателя в каждом субъекте Российской Федерации и прогноза обстановки на последующий временной период. Следующим шагом является создание информационно-аналитической модели эксплуатации пожарно-спасательных автомобилей, предполагающей оценку обстановки в территориальных пожарно-спасательных гарнизонах, основанной на анализе нескольких критериев, что позволит выбрать наиболее слабый регион с разных точек зрения.

3. Предложения по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей / В. В. Роевко [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2017. № 2. С. 31–35.

4. Гусев А. А., Смотрин К. А. Модель управления территориальным пожарно-спасательным гарнизоном // Современная

наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2016. № 7(29). С. 5–6.

5. Зайченко Ю. С., Тараканов Д. В., Шкунов С. А. Анализ системы эксплуатации пожарной техники // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXI Международной научно-практической конференции. Балашиха: ВНИИПО. 2019. С. 306–308.

References

1. *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2018 godu: Statisticheskij sbornik. Pod obshchej redakciej D.M. Gordienko* [Fires and fire safety in 2018: Statistical Digest]. М.: ВНИИПО. 2019, 125 p.

2. Brushlinsky N. N., Hall J. R., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistics. CTIF, 2018, no. 23, 62 p.

3. Predlozheniya po sovershenstvovaniyu sistemy tekhnicheskogo obsluzhivani-

ya i remonta pozharnyh avtomobilej [Proposals for improving the system of maintenance and repair of fire trucks / V.V. Roenko [et al.]. *Pozhary i chrezvychnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya*, 2017, issue 2, pp. 31–35.

4. Gusev A. A., Smotrin K. A. Model' upravleniya territorial'nym pozharno-spasatel'nym garnizonom [A model for managing a territorial fire and rescue garrison]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy i puti ih resheniya*, 2016, vol. 7(29), pp. 5–6.

5. Zajchenko Yu. S., Tarakanov D. V., Shkunov S. A. Analiz sistemy ekspluatatsii pozharnoj tekhniki [Analysis of the system of operation of fire equipment]. *Aktual'nye problemy pozharnoj bezopasnosti: materialy XXXI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Balashiha: VNIIPPO, 2019, pp. 306–308.

Зайченко Юлия Сергеевна

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

адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров

E-mail: entrenger@gmail.com

Zaychenko Yulia Sergeevna

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

Russian Federation, Moscow

adjunct of the faculty of training of scientific and pedagogical personnel

E-mail: entrenger@gmail.com

УДК 612.8+628.5:613.6

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

С. В. КОРОЛЕВА, Ю. С. МИГУНОВА, П. В. ДАНИЛОВ

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

E-mail: drqueen@mail.ru, sttassiya@rambler.ru, KGZiUii@mail.ru

Статья посвящена анализу результатов пилотного проекта – волонтерской практики курсантов выпускных курсов ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии в травматологическом пункте №1 г. Иваново. Цель исследования – проанализировать результаты волонтерской практики в условиях оказания помощи на догоспитальном этапе реагирования. Результаты практики оценивались по ответам курсантов на вопросы авторской анкеты и опросу дежурных травматологов – ответственных от травматологического пункта. В статье приведены общие результаты анкетирования 83 курсантов. Закономерным выводом проведенного пилотного проекта является рекомендация использования волонтерской практики в условиях травматологического пункта для внедрения в образовательную систему подготовки специалистов экстремального профиля.

Ключевые слова: курсанты; учебная практика; изменение образовательного процесса; травматологический пункт; МЧС России.

EXPERIENCE OF USING VOLUNTEER PRACTICE TO IMPROVE THE PROCESS OF TRAINING EXTREME PROFESSIONAL SPECIALISTS

S. V. KOROLEVA, YU. S. MIGUNOVA, P. V. DANILOV

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: drqueen@mail.ru, sttassiya@rambler.ru, KGZiUii@mail.ru

The article is devoted to the analysis of the results of a pilot project - volunteer practice of graduate students of the FSBEI HE Ivanovo Fire and Rescue Academy at the trauma center No. 1 of Ivanovo. The purpose of the study is to analyze the results of volunteer practice in conditions of assistance at the pre-hospital stage of response. The results of the practice were evaluated according to the answers of cadets to the questions of the author's questionnaire and the survey of on-duty traumatologists - responsible from the trauma center. The article presents the general results of a survey of 83 cadets. A logical conclusion of the pilot project is the recommendation of the use of volunteer practice in the conditions of a trauma center for the introduction of extreme specialists in the educational system.

Key words: cadets; educational practice; change in the educational process; emergency station; EMERCOM of Russia.

Человеческий потенциал всегда играл важнейшую роль в процессе развития общества. Уровень образования и воспитания молодых специалистов экстремального профиля – залог обеспечения безопасности государства.

Современный взгляд на подготовку пожарных как спасателей актуализирует формирование профессиональной компетентности в контексте психологической устойчивости. Именно особенности формирования профессиональной компетентности стали субъектом настоящего исследования. Еще Советская система профессионального образования делала акцент на необходимости компетентного подхода. Однако само понятие «компетент-

ность», заимствованное из англосаксонской системы образования, у нас заменялось понятиями «модель деятельности специалиста» (Е. Э. Смирнова) или «профиль специалиста» (Н. Ф. Талызина). В настоящее время компетентность ассоциируется с такими конструктами, как «совокупность компетенций» (В. И. Байденко); «личные возможности» (А. Н. Дахин), «интегративное свойство личности» (Н. В. Кузьмина) [3].

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что моделируемые условия ЧС в 1,5–2 раза менее эффективны, чем реальные условия ликвидации ЧС в формировании устойчивых навыков и умений, а также психофизиологических параметров адаптации. Гипотеза нашего проекта – включение в образовательный процесс волонтерской практики в реальных условиях реагирования на догоспитальном этапе спасения позволяет повысить профессиональную компетентность пожарных как спасателей.

В процессе обучения и воспитания курсантов их личностные особенности подвергаются существенным изменениям. Эти изменения носят как естественный (взросление), так и искусственный (педагогическое и воспитательное воздействие) характер. Еще при поступлении абитуриенты ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России проходят тщательный отбор, который, помимо выявления уровня знаний по предметам школьной программы, дает информацию о социально-психологическом портрете претендента. Таким образом, поступившие курсанты уже демонстрируют потенциал определенных физических, социально-психологических и умственных задатков. Но имеющийся профессиональный отбор не может в полной мере гарантировать психофизиологическую готовность и адаптивность к работе в реальных условиях ЧС.

Постоянно происходит поиск новых форм реализации теоретических знаний и практических навыков в условиях, максимально приближенных к реальным условиям ЧС. На проведенных ранее совместных учениях с травматологами ФГБОУ ВО ИвГМА [1] одним из наиболее сложных к усвоению умений оказалось умение взаимодействовать в экстремальных условиях с другими службами экстренного реагирования (в случае учений – со скорой медицинской помощью). Для расширения навыков взаимодействия была организована дополнительная, волонтерская практика в травматологическом пункте №1 г.Иваново.

Цель исследования – провести анализ результатов пилотного проекта волонтерской практики в условиях оказания помощи на

догоспитальном этапе реагирования, направленной на развитие психологической устойчивости специалистов экстремального профиля. Данное исследование позволит определить направления совершенствования образовательных программ с точки зрения формирования профессиональной компетентности, что в глобальном итоге способствует повышению эффективности и надежности функционирования выпускников.

Волонтерская практика проходила в травматологическом пункте №1 г.Иваново. Результаты оценены по данным анонимного анкетирования (для курсантов), внешним критерием выступили результаты опроса врачей-травматологов.

Материал и методы. Федеральное законодательство, жестко ограничивающее доступ к личной информации, предоставило возможность привлечения курсантов к работе в травматологическом пункте в рамках и на основании положений, предусмотренных абзацем 9 пункта 1 статьи 2 Федерального закона от 11 августа 1995 г. № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)». Основанием для привлечения к добровольческой деятельности стало заключенное с ОГУЗ «Ивановский госпиталь для ветеранов войн» Соглашение о сотрудничестве.

Обучающиеся были дополнительно ознакомлены с правилами охраны труда, пожарной безопасности, внутреннего трудового распорядка, которые действуют и распространяются на сотрудников травматологического пункта; информированное согласие было получено пунктом о конфиденциальности полученной при прохождении практики информации и сведений, составляющих врачебную тайну^{1,2}.

Техническими условиями проведения практики были наличие форменной полевой одежды, бахил, медицинской маски и медицинских перчаток, заменяемых после каждого применения. Основными видами травм, зарегистрированных в травматологическом пункте, были: переломы, вывихи и ушибы, закрытые черепно-мозговые травмы, комбинированные травмы (в том числе, полученные в состоянии алкогольного опьянения).

¹ Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

² Приказ Минздравсоцразвития России от 04.05.2012 № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи» (Зарегистрировано в Минюсте России 16.05.2012 № 24183).

Курсанты заступали на дежурство в период 16.00–23.00 в составе дежурной бригады травматологического пункта №1 ОГУЗ «Ивановский госпиталь для ветеранов войн». Основными задачами были оказание помощи среднему медицинскому персоналу в транспортировке больных, психологической поддержки пострадавшим, присутствие на первичной хирургической обработке ран и перевязках, доставка на дополнительные обследования.

Проанализированы 83 анкеты, полученные от обучающихся выпускных курсов образовательной организации высшего образования МЧС России по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» и направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Пожарная безопасность».

Предложенные анкеты содержали вопросы, ответы на которые подразумевали:

1. Определение когнитивной составляющей оценки конкретным обучающимся волонтерской практики, которое предполагает различную степень понимания и осознания ими ее полезности для освоения профессиональных компетенций. Также данная задача раскрывается в определении степени совпадения ожиданий обучающихся от практики и результатов.

2. Определение эмоционально-чувственной компоненты оценки практики, которая выражается в субъективно окрашенных эмоциональных переживаниях по отношению к различным ситуациям, которые имели место быть во время дежурства в травмпункте. В рамках опроса курсантов и студентов, эмоционально-чувственная компонента определялась субъективной оценкой уровня своего беспокойства до прохождения практики и после ее завершения.

3. Поведенческая составляющая оценки учебной практики реализуется в анализе конкретных приобретенных полезных навыков и готовности предпринять те или иные действия в ситуациях взаимодействия с пострадавшими. Предполагалась также субъективная оценка удовлетворенности собственной реакцией на сложные ситуации во время дежурства в травмпункте.

Выделенные компоненты авторского опросника позволили интегрировать ответы в три сферы анализа, на которые обращают внимание психологи, анализируя профессиональную пригодность обучающихся, – интеллектуально-мнестическую, эмоционально-личностную, мотивационно-волевою.

1. Интеллектуально-мнестическая сфера курсанта федеральной противопожарной службы отличается хорошей способностью к

обучению и быстрому усвоению нового материала и свежей информации. Результаты исследования показывают, что подавляющее большинство курсантов имеют практическую направленность мышления, хорошо развитое техническое мышление, что формирует готовность к принятию управленческого решения, в том числе, при поступлении новой информации.

2. Эмоционально-личностная сфера курсанта федеральной противопожарной службы в экстремальных и особых условиях деятельности. Психическая и физиологическая устойчивость курсантов к экстремальным воздействиям не должна нарушать результатов их деятельности. Они должны показывать быструю реакцию и способность ориентироваться в изменяющихся условиях работы, иметь активную личностную позицию, высокую мотивацию достижения. Курсант должен проявлять умеренную склонность к риску, упорство в отстаивании собственного мнения, позитивную самооценку. В профессиональной деятельности это позволяет сохранить собранность, спокойствие в экстремальных ситуациях.

3. Мотивационно-волевая сфера курсанта федеральной противопожарной службы претерпевает изменения по сравнению с результатами абитуриентов. В общем виде распределение выглядит таким образом:

– 67,4% курсантов имеют высокую мотивацию к обучению. У таких курсантов появляется стремление совершенствоваться в выбранной профессии, приверженность своему делу, гордость за свою профессию и желание получать знания по профильным предметам;

– 22,8% курсантов имеют среднюю мотивацию к обучению, которая выражается в присутствии некоторых сомнений по поводу выбранной профессии. Такие курсанты начинают анализировать свое место в специальности. Они нуждаются в поддержке и одобрении со стороны командного звена и профессорско-преподавательского состава.

– у 9,8% курсантов мотивация обучения снижена, что проявляется в сниженном интересе к получению знаний по профессии. В большинстве случаев у этих курсантов была снижена мотивация обучения изначально, при поступлении. Как правило, это связано с сомнениями в правильности выбранной профессии и вуза, с давлением родителей (родственников).

Психологическая устойчивость деятельности специалистов экстремального профиля – это синтез свойств и качеств личности, позволяющий в эмоционально сложных ситуациях эффективно выполнять свою профессиональную деятельность, принимать верное ре-

шение. Также психологическая устойчивость понимается как характеристика личности, обеспечивающая противостояние фрустрирующему и стрессогенному воздействию сложных ситуаций [2].

Полученные результаты и их обсуждение. Полученные результаты анкетирования рассмотрим в отдельности.

Таблица 1. Количественное распределение оценок субъективной удовлетворенности

Шкала	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество (чел.)	0	0	0	3	4	6	3	10	9	6	42
Доля (%)	0	0	0	3,62	4,82	7,23	3,62	12,05	10,84	7,23	50,60

Достаточно наглядно продемонстрировано, что более 50% курсантов считают такую практику очень полезной. Отмечаем «размывание» оценки в обратном направлении практики до оценки «3», что может являться отражением у части обучающихся страха и неудовлетворенности. Опрос дежурных травматологов позволил установить, что часть курсантов сохраняла определенное «дистанцирование» от происходящего, проявляя отстраненный интерес внешнего наблюдателя к работе в травмпункте, считая, что принимать участие в происходящей ситуации не обязательно. Некоторые курсанты не смогли побороть страх перед видом крови, перед психически неуравно-

1. Вопрос, связанный с субъективной оценкой полезности предложенного направления практики обучающихся выпускных курсов рассматриваемой специальности и направления подготовки, дал следующее распределение оценок по шкале от «0» – абсолютно бесполезно до «10» – очень полезно (табл. 1).

вешенными пациентами, не смогли справиться с ситуацией необходимости взаимодействия с лицами в состоянии алкогольного опьянения. Можно отметить, что не у всех обучающихся сформировано чувство ответственности и сострадания к пострадавшим (на практике это чаще это можно отметить у единственных детей в семье). Таким образом, курсанты, в ряде случаев оставаясь сторонними наблюдателями, не пытались изменить ситуацию собственными усилиями.

2. Анализ уровня совпадения ожиданий обучающихся от практики с действительной ситуацией показал, что у 95,18 % эти ожидания были в основном оправданы (табл. 2).

Таблица 2. Количественное распределение оценок субъективной удовлетворенности по шкале от «0» до «10»

Шкала	Полностью совпали	Совпали	Скорее совпали, чем нет	Затрудняюсь ответить	Скорее не совпали, чем совпали	Не совпали	Абсолютно не совпали
Количество (чел.)	28	33	18	4	0	0	0
Доля (%)	33,73	39,76	21,69	4,82	0	0	0

Данные результаты в сочетании с результатами табл. 1 свидетельствуют, что предварительно проведенные занятия, знания и умения, полученные на профильных дисциплинах, оказались полезными и целесообразными в получении необходимых сложных умений (выпускники осознавали, что им предстоит увидеть и сделать). Однако, не все обучающиеся оказались способными дать объективную оценку происходящей ситуации практики в виду их некоторых личностных особенностей и актуального психологического состояния. Раз-

личия в активности участия в мероприятиях оказания помощи у разных курсантов отметили и врачи дежурных бригад.

3. Оценка уровня субъективного беспокойства и тревоги обучающихся до момента прохождения практики показал, что ситуация неопределенности при возможной необходимости взаимодействия со стрессогенным фактором вызывает повышенное нервное напряжение (от 6 и выше) только у 12,05% обучающихся (табл. 3).

Таблица 3. Количественное распределение оценок субъективного беспокойства до прохождения практики по шкале от «0» – отсутствие беспокойства до «10» – сильное беспокойство

Шкала	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество (чел.)	35	7	13	6	4	3	5	4	3	2	1
Доля (%)	42,17	8,43	15,66	7,23	4,82	3,61	6,02	4,82	3,61	2,41	1,21

Полученные результаты подтверждают достаточность необходимых знаний по догоспитальному этапу спасения. Знания и навыки, полученные на профильных дисциплинах, отработанные на практических занятиях и учениях, формируют уверенность в своих силах и психологическую устойчивость в сложных ситуациях.

4. Оценка уровня субъективного беспокойства и тревоги обучающихся после прохождения практики показала, что, столкнувшись с ситуацией необходимости взаимодействия со стрессогенным фактором, только у 3,62% обучающихся он вызвал повышенное нервное напряжение (табл. 4).

Таблица 4. Количественное распределение оценок субъективного беспокойства после прохождения практики по шкале от «0» - отсутствие беспокойства до «10»- сильное беспокойство

Шкала	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество (чел.)	44	19	9	5	3	0	2	0	1	0	0
Доля (%)	53,01	22,89	10,84	6,02	3,61	0	2,41	0	1,21	0	0

Результат сравнения данных двух вопросов показал, что практика в травмпункте произвела профилактический эффект. Снижился уровень беспокойства, тревоги и страха после прохождения волонтерской практики, так как обучающиеся, находясь в реальной ситуации оказания помощи на догоспитальном этапе, смогли оценить свое эмоциональное состояние. Ожидание взаимодействия со стрессогенным фактором вызывало больше негативных эмоций, чем сама ситуация, чего и следовало ожидать. Неоднозначность отноше-

ния к практике «ДО» и практическая однозначность трактовки состояния «ПОСЛЕ» свидетельствуют о решении задачи снижения страха перед видом травм, крови, необходимости взаимодействия с различными субъектами воздействия.

5. Анализ субъективной оценки удовлетворенности собственной реакцией на сложные ситуации во время дежурства в травмпункте показал, что 96,72% обучающихся в целом довольны своими действиями (табл. 5).

Таблица 5. Количественное распределение субъективных оценок собственной реакции на сложные ситуации во время дежурства в травмпункте

Шкала	Абсолютно доволен (на)	Вполне доволен	Скорее доволен (на), чем нет	Трудных заданий не выполнял (ла)	Скорее не доволен, чем доволен	Не доволен собственным поведением (реакцией)	Мне стыдно за свое поведение (реакцию)
Количество (чел.)	33	36	8	6	0	0	0
Доля (%)	39,76	43,37	9,64	7,23	0	0	0

Оценка данного критерия показала наличие неоднозначного характера ответов: наряду с нечеткими оценками действий, курсанты вполне довольны собственной реакцией. Считаем, что этот ответ – ключ к дальнейшей работе в образовательной среде: отработку обязательных алгоритмов спасения необходимо дополнять самоанализом допущенных ошибок, дополнение сценариев событий проводить в зависимости от основной ошибки (неумение остановить кровотечение должно инициировать событийный ряд всех видов кровотечений и способов их остановки).

6. Обучающимся выпускных курсов было предложено провести рефлексию полученных знаний, умений и навыков после прохождения практики. Данные анкет показали, что наиболее важным для обучающихся явились:

- возможность узнать мнение практикующего врача о том, как нужно себя вести с пострадавшими;

- практику целесообразней проходить в дневное и вечернее время, когда поток пострадавших был больше;

- приобретение толерантности к фрустрации во время невозможности в полном объеме реализовать свои профессиональные знания в сложных профессиональных ситуациях (необходимо уметь гибко реагировать на ситуацию);

- приобретение новых практических навыков при оказании первой помощи;

- участие в операциях, наложении швов и гипса, осмотре пациентов и выполнении рентгенологического исследования (курсанты принимали участие в качестве санитаров, транспортировщиков и т.п.);

- преодоление страха взаимодействия с пострадавшими со сложными ранениями (страх крови, открытых ран и т.п.).

Также важным стал перечень полученных навыков, которые обучающиеся выпускных курсов отметили, как приобретенные компетенции:

- практические навыки: наложение гипса, наложение швов, удаление ногтя, обработка ран, наложение повязок, принципы оказания первой помощи;

- психологические качества: устойчивость к открытым ранам, стрессоустойчивость, самоконтроль, толерантность, решительность, способность сохранять спокойствие в сложных профессиональных ситуациях, порядочность, ответственность, бескорыстие, готовность по-

мочь, внимательность, вежливость, отзывчивость, сконцентрированность.

Для уточнения возможных взаимосвязей полученных результатов, был применен парный корреляционный анализ при уровне значимости 5%. Установлена положительная корреляционная взаимосвязь прямой направленности между наличием субъективного беспокойства и проявлением ситуативной тревожности у обучающихся до и после прохождения волонтерской практики ($r=+0,52$, при $p \leq 0,05$). Возможно, это свидетельствует о личностном, индивидуальном характере ситуативной тревожности. Формирование психологической устойчивости в таком случае проявляется в виде снижения ситуативной (фоновой) тревожности до адаптивных пределов. Курсанты, чья психологическая устойчивость находится в менее сформированном виде и знания учебного материала требуют повторения и закрепления, очевидно, находились на практике в более уязвимом состоянии, которое выражалось в отрешенности от ситуации и растерянности при необходимости быстро принимать решения и брать на себя ответственность. Корреляционный анализ выявил прямой направленности взаимосвязь между показателями «совпадения ожиданий обучающегося от практики с действительной ситуацией» и состоянием удовлетворенности собственной реакцией на сложные ситуации практики, связанные с взаимодействием с травмированными пострадавшими ($r= +0,49$, при $p \leq 0,05$). Очевидно, что при совпадении представлений о практике с действительным ее развитием удовлетворенность результатом возрастала.

Развитие профессиональной компетентности специалиста экстремального профиля невозможно без психологической устойчивости к работе в стрессогенных условиях. Моделирование условий профессиональной среды не в полной мере отвечает задачам формирования устойчивых навыков и умений. Для совершенствования процесса обучения специалистов экстремального профиля с точки зрения профессиональной компетентности можно включать волонтерские практики в реальных условиях реагирования на догоспитальном этапе спасения. Такие практики позволяют снизить уровень беспокойства, тревоги и страха, получить уверенность в своих силах. Возможно, волонтерская практика в условиях реального реагирования целесообразна не только на выпускных курсах. Решение данной задачи – в наших дальнейших планах.

Список литературы

1. Королева С. В. Опыт совместных учений при формировании у обучающихся навыков взаимодействия со службами экстренного реагирования // Материалы международной научно-практической конференции «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». СПб, 2019. С. 193–196.

2. Крупник Е. П., Лебедева Е. Н. Психологическая устойчивость личностных конструктов в период взрослости // Психологический журнал. 2000. № 6. С. 12–23.

3. Черняева Т. Н., Преображенская Е. В. Высшее профессиональное образование: компетентностно-ориентированный контекст // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Акмеология образования. Психология развития. 2014. Т. 3. Вып. 2(10). С.113–119.

vykov vzaimodejstviya so sluzhбами экстренного реагирования [Experience of joint exercises in the formation of students' skills of interaction with emergency response services]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Podgotovka kadrov v sisteme preduprezhdeniya i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij»*, Saint-Petersburg, 2019, pp. 193–196.

2. Krupnik E. P., Lebedeva E. N. Psihologicheskaya ustojchivost' lichnostnyh konstruktov v period vzroslosti [Psychological stability of personality constructs in the period of maturity]. *Psihologicheskij zhurnal*, 2000, issue 6, pp. 12–23.

3. Sernyaeva T. N., Preobrazhenskaya E. V. Vysshee professional'noe obrazovanie: kompetentnostno-orientirovannyj kontekst [Higher vocational education: competency-based context]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Akmeologiya obrazovaniya. Psihologiya razvitiya*. 2014, vol. 3, issue 2(10), pp. 113–119.

References

1. Koroleva S. V. Opyt sovmestnyh uchenij pri formirovanii u obuchayushchihся na-

Королева Светлана Валерьевна

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

доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры

E-mail: drqueen@mail.ru

Koroleva Svetlana Valerevna

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 medical Sciences, associate Professor, the Professor of unit

E-mail: drqueen@mail.ru.

Мигунова Юлия Станиславовна

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

кандидат психологических наук, старший преподаватель кафедры

E-mail: sttassiya@rambler.ru

Migunova Yulia Stanislavovna

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»,

candidate of Psychological Sciences, Senior Lecturer of the Department

Russian Federation, Ivanovo,

E-mail: sttassiya@rambler.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»,
senior Lecturer of the Department
Russian Federation, Ivanovo,
E-mail: KGZiUii@mail.ru

УДК 338.242

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

А. А. ХОМЯКОВА¹, В. С. ШЕСТЕРНИНА¹, 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, antonovavc@yandex.ru, svetlana_karaseva_77@mail.ru

В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку рекомендаций и предложений по цифровой трансформации процессов предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере посредством внедрения информационной ведомственной системы.

Цифровая трансформация процессов предоставления государственных услуг является одной из приоритетных задач развития информационного общества в Российской Федерации. В статье охарактеризованы основные типы порталов государственных и муниципальных услуг, используемых в настоящее время в различных сферах государственного и муниципального управления. С целью повышения эффективности предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере предложено внедрить ведомственную информационную систему, обеспечивающую поддержку принятия решений о выдаче разрешений на строительство и на ввод объектов в эксплуатацию. Предлагаемая информационная система включает следующие модули: модуль ведомственного личного кабинета заявителя, служебный модуль (хранилище документов), модуль исполнения услуг, модуль автоматизации реестров, модуль управления правами доступа.

Ключевые слова: управление, социально-экономическая система, информационная система, государственная услуга, муниципальная услуга, функциональная модель, цифровизация, интернет-портал.

DIGITAL TRANSFORMATION OF STATE AND MUNICIPAL SERVICES IN URBAN PLANNING

A. A. HOMYAKOVA¹, V. S. SHESTERNINA¹, S. N. KARASYOVA²

¹Ivanovo State University of Chemical 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, antonovavc@yandex.ru, svetlana_karaseva_77@mail.ru

The article presents the results of a study aimed at developing recommendations and proposals for digital transformation of the processes of providing state and municipal services in the urban planning sphere through the introduction of an information departmental system.

Digital transformation of public service delivery processes is one of the priorities for the development of the information society in the Russian Federation. The article describes the main types of portals of state and municipal services currently used in various spheres of state and municipal management. In order to improve the efficiency of providing state and municipal services in the urban planning sphere, it is proposed to introduce a departmental information system that provides support for decision-making on issuing construction permits and commissioning facilities. The proposed information system includes the following modules: the applicant's departmental personal account module, the service module (document storage), the service execution module, the registry automation module, and the access rights management module.

Key words: management, socio-economic system, information system, public service, municipal service, functional model, digitalization, Internet portal.

Цели совершенствования системы государственного управления на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий установлены в Государственной программе «Информационное общество (2011 - 2020)» (распоряжение Правительства от 20 октября 2010 г. № 1815-р). Среди задач указанной Государственной программы - обеспечение за счет использования информационно-телекоммуникационных технологий реализации в электронной форме полномочий государственных (муниципальных) органов власти, в том числе полномочий по предоставлению гражданам и организациям государственных (муниципальных) и иных социально значимых услуг (исполнению функций), Актуальность исследования цифровой трансформации процессов предоставления государственных и муниципальных услуг определяется необходимостью снижения административных барьеров и повышения их доступности и технологичности. Доступность государственной услуги характеризуется возможностью ее получения заявителем с учетом всех объективных ограничений и обуславливается организацией процесса её предоставления. Современные цифровые технологии, трансформировав основные процедуры процесса предоставления государственных услуг, существенно сократили административные затраты при предоставлении государственных и муниципальных услуг и повысили оперативность взаимодействия органов государственной (муниципальной) власти, граждан и организаций.

Целью проводимого нами исследования является разработка предложений по цифровой трансформации процессов предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере на территории Ивановской области посредством автоматизации процедур процесса предоставления государственной и муниципальной услуги.

Отметим, что цифровая трансформация предоставления государственных и муниципальных услуг может осуществляться посредством использования государственных интернет-порталов и ведомственных информационных систем. В настоящий момент времени в Российской Федерации накоплен огромный положительный опыт цифровой трансформации взаимодействия органов государственного и местного самоуправления и граждан посредством использования интернет-порталов. В соответствии со ст. 2 Федерального закона № 210-ФЗ «Об организации предо-

ставления государственных и муниципальных услуг», портал государственных и муниципальных услуг – это государственная информационная система, обеспечивающая предоставление государственных и муниципальных услуг в электронной форме, а также доступ заявителей к сведениям о государственных и муниципальных услугах, предназначенным для распространения с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Можно выделить следующие типы порталов государственных и муниципальных услуг [4, 5]:

1. Единый государственный интернет-портал государственных услуг (<https://www.gosuslugi.ru/>) - позволяет каждому гражданину, зарегистрированному на этом портале и подтвердившему свою личность, выполнить следующие действия:

- узнать информацию о государственных и муниципальных услугах, предоставляемых, федеральными исполнительными органами государственной власти, исполнительными органами государственной власти субъекта Российской Федерации и органами местного самоуправления;

- заказать государственные и муниципальные услуги в электронной форме, если это предусмотрено действующим законодательством;

- записаться на приём в ведомство, если это предусмотрено действующим законодательством;

- оплатить любым электронным способом штрафы, судебные и налоговые задолженности, государственные пошлины, жилищные коммунальные услуги;

- оценить качество предоставления государственных и муниципальных услуг.

2. Региональные государственные интернет-порталы государственных и муниципальных услуг (например, Региональный государственный интернет-портал Ивановской области <https://pgu.ivanovoobl.ru/>). Органы государственной власти субъектов Российской Федерации вправе создавать региональные порталы государственных и муниципальных услуг, являющиеся государственными информационными системами субъектов Российской Федерации. Каждый регион сам определяет для себя набор требований и функционала регионального портала государственных и муниципальных услуг. Все органы власти и органы местного самоуправления, предоставляющие государственные услуги на данной

местности, несут ответственность за его наполнение и функционирование.

3. Ведомственные государственные интернет-порталы государственных услуг (например, региональный интернет-портал Департамента образования Ивановской области <https://portal.iv-edu.ru/default.aspx>).

Ведомственный портал – это виртуальный информационный центр органа власти в сети Интернет, позволяющий решать следующие задачи:

- организация публичного доступа населения к справочно-информационным материалам, освещающим деятельность органа власти;
- реализация инструментов информационного взаимодействия с заявителями в виде интерактивной площадки формата «запрос-результат»;
- реализация функционала интернет-приемной;
- интеграция с системой электронного документооборота органа власти;
- обеспечение авторизованного доступа к служебным данным для сотрудников ведомств.

В ходе проводимого исследования нами проанализированы особенности цифровой трансформации государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере на уровне региона на примере Ивановской области. В рамках реализации Федерального закона «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» Ивановским регионом ведется последовательная работа по оптимизации предоставления государственных и муниципальных услуг Ивановской области в электронном виде. Департаментом развития информационного общества Ивановской области проведена работа по переводу в электронный вид с использованием Регионального портала наиболее востребованных у населения услуг, а именно 12 муниципальных и 6 государственных услуг¹. Они включают в себя услуги Департамента образования Ивановской области, Департамента социальной защиты населения Ивановской области, Департамента здравоохранения Ивановской области. Стратегические ориентиры развития информационного общества в Ивановской области предполагают достижение высокого ка-

¹ Об утверждении государственной программы Ивановской области «Развитие цифровой экономики и информатизации Ивановской области»: Постановление Правительства Ивановской области от 13 ноября 2013 года № 456-п (с изменениями на 17 февраля 2020 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/460212404> (дата обращения: 20.02.2020).

чества предоставления государственных услуг в электронном виде, осуществление большинства юридически значимых действий в электронном виде посредством реализации Регионального проекта «Цифровое государственное управление». Указанный проект направлен на внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг, в том числе в интересах населения и субъектов малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей.

Следует отметить, что в современных научных исследованиях активно обсуждаются теоретические основы различных аспектов перевода государственных и муниципальных услуг в электронный вид. Большое внимание уделяется исследователями общим методологическим вопросам формирования в Российской Федерации электронного правительства. Так, Касьянов С. В. [1] исследует перспективы внедрения в процессы предоставления государственных и муниципальных услуг таких цифровых технологических решений, как аналитика данных, блокчейн, интернет вещей и искусственный интеллект; Саак А.Э. и Тюшняков В.Н. особое внимание уделяют аспектам межведомственного электронного взаимодействия [7]; Минаков В.Ф. и Лобанов О.С. рассматривают проблемы внедрения облачных сервисов в региональные информационные системы [6]. Однако проблема проектирования ведомственных информационных систем остается недостаточно разработанной. Формированию модели ведомственной информационной системы для сферы предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере, обеспечивающей поддержку принятия решений и интегрированной с используемыми в данной сфере деятельности интернет-порталами, посвящено представленное исследование.

Кутикова К.В. и Ильина Н.В. [3] в ходе проектирования региональной информационной системы предлагают придерживаться следующей последовательности шагов: определение целей информатизации - описание процессов - выявление основных объектов и проектирование реестров – описание постоянных и переменных характеристик для записей разных типов – проектирование региональных порталов и аналитических приложений. Поступление входных данных через порталы должно являться точкой запуска одного или нескольких процессов предоставления услуг.

Градостроительным кодексом Российской Федерации исполнительным органам государственной власти субъектов Российской

Федерации определено предоставление следующих государственных услуг:

1. Выдача разрешений на строительство в случаях, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации;
2. Выдача разрешений на ввод объектов в эксплуатацию в случаях, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации.

Органам местного самоуправления, выполняющим исполнительно-распорядительные функции, определено предоставление следующих государственных услуг:

1. Выдача администрацией органа местного самоуправления разрешений на строительство в случаях, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации;
2. Выдача администрацией органа местного самоуправления разрешений на ввод объектов в эксплуатацию в случаях, предусмотренных Градостроительным кодексом Российской Федерации;
3. Выдача администрацией органа местного самоуправления градостроительного плана земельного участка.

Первым этапом формирования требований к ведомственной информационной системе является моделирование процесса предоставления государственной и муниципальной услуги в соответствующей сфере деятельности. При этом, как справедливо отмечают Квятковский К.И. и Шуршев В.Ф., формирование требований к информационной системе зачастую осуществляется заказчиком путём описания информационного процесса естественным языком, что существенно усложняет процесс разработки [2]. Одним из способов устранить неточности интерпретации требований к информационной системе, выраженных на естественном языке, является построение моделей процессов.

На рис 1. проиллюстрировано функциональное содержание процесса предоставления государственных и муниципальных услуг. Как видно из представленной модели процесса, ведомственная информационная система предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере (ВИС ПГМУвГС) является механизмом реализации формирующих его функций.

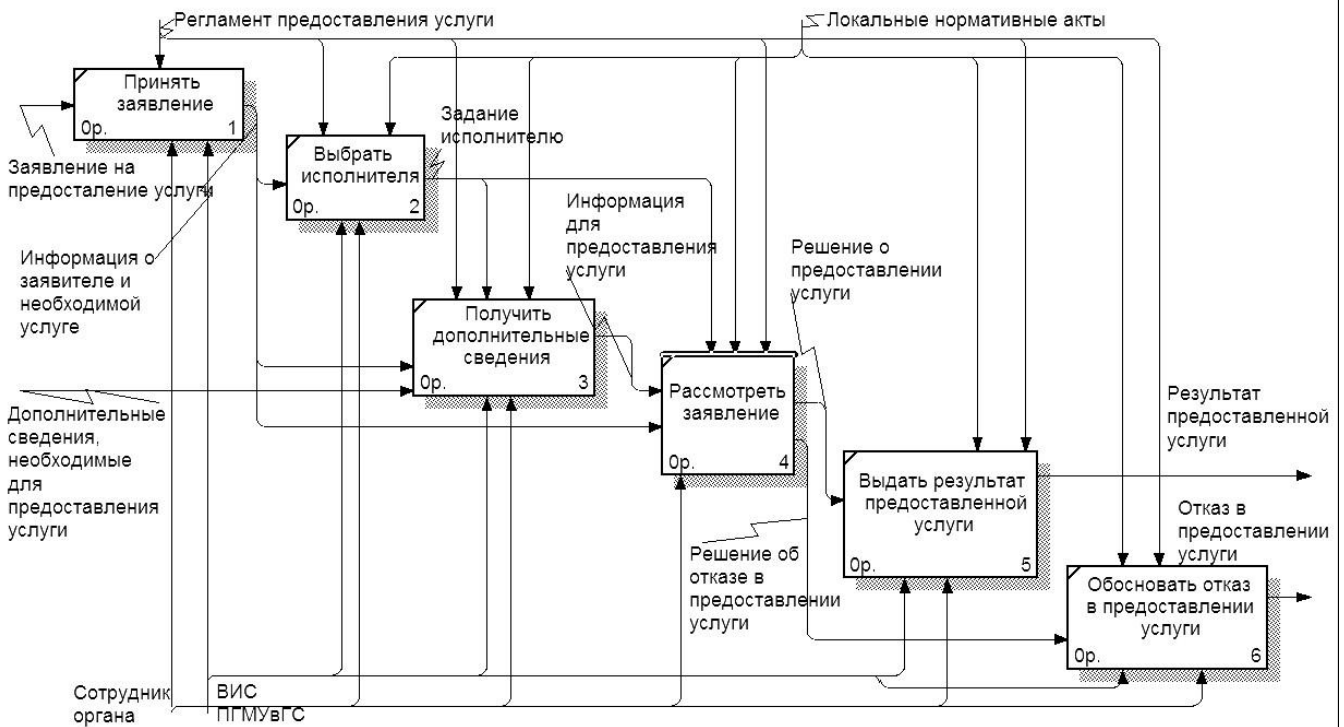


Рис. 1. Функциональная модель процесса предоставления государственной и муниципальной услуги (нотация IDEF0)

В рамках проводимого нами исследования предложено посредством внедрения ведомственной информационной системы автоматизировать следующие процедуры предоставления государственной и муниципальной услуги:

- прием, выдача, обработка заявлений и документов, поэтапная фиксация хода предоставления государственных и муниципальных услуг в электронной форме с возможностью контроля сроков предоставления услуг и проведения отдельных административных процедур;
- прием и регистрация обращений заявителей, включая требуемую документацию в электронном виде, доступ к файлам документации, предоставленной заявителем в электронной форме;
- взаимодействие с заявителями в электронном виде в процессе исполнения услуг, отправка статусов предоставления услуг в личный кабинет, отправка уведомлений на электронную почту заявителя;
- формирование реестра результатов предоставления государственных и муниципальных услуг;

– формирование статических данных.

Предлагаемая ведомственная информационная система должна обладать следующими возможностями:

- идентификация заявителей по единой системе идентификации и аутентификации для физических лиц, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;
- подача заявления через региональный портал государственных услуг;
- хранение загружаемой информации в структурированном виде;
- одновременная работа в системе – до 100 пользователей;
- взаимодействие с внешними системами, такими как региональный портал государственных услуг и единая система идентификации и аутентификации.

На диаграмме модели процесса предоставления государственных и муниципальных услуг отражены основные модули предлагаемой ведомственной информационной системы (рис. 2).

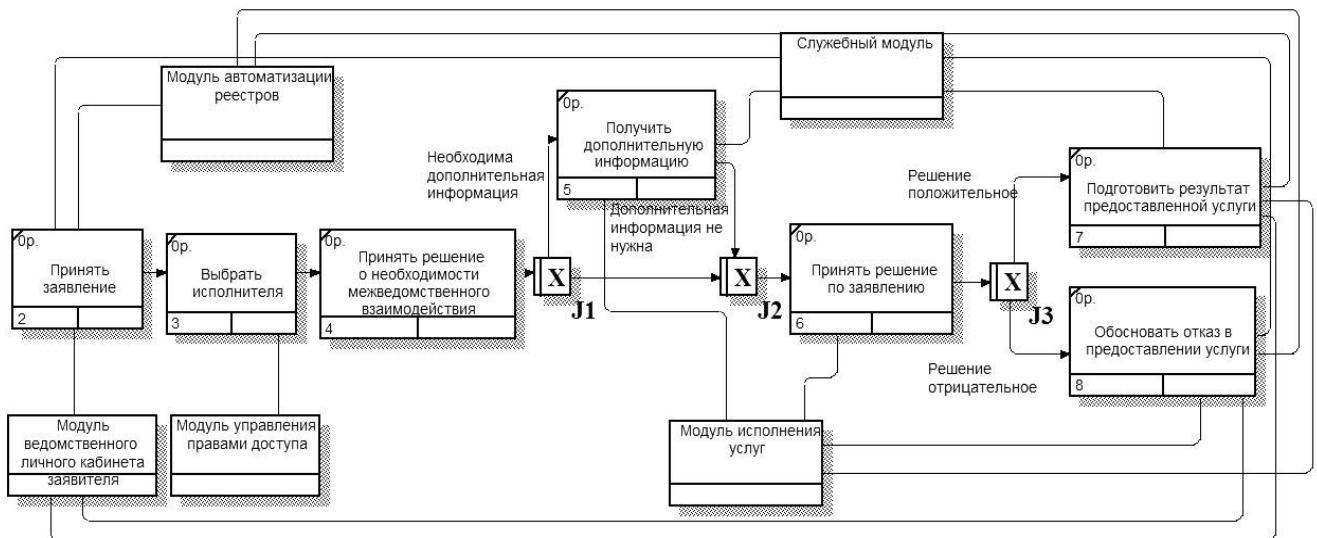


Рис. 2. Модель процесса предоставления государственных и муниципальных услуг в ВИС ПГМУВГС (нотация IDEF3)

Охарактеризуем функциональные требования к предлагаемой ведомственной информационной системе.

Ведомственный личный кабинет заявителя (рис. 3) должен обеспечивать: авторизацию посредством механизма единой системы идентификации и аутентификации для физических лиц, юридических лиц и индивиду-

альных предпринимателей, согласно нормативным документам по функционированию единой системы идентификации и аутентификации; просмотр и изменение личных данных пользователя; размещение документов в электронном виде; отслеживание статусов заявлений; просмотр направленных документов; поиск и фильтрация заявлений; просмотр списка

заявок, а также результатов их рассмотрения; просмотр подробной информации по каждому заявлению.

Информация о заявлениях должна быть представлена в табличном виде. Содержимое таблицы заявления должно формироваться на основе ключевых данных заявления. Для просмотра подробной информации о заявлении должна быть доступна карточка заявления для каждого поданного заявления. Содержание карточки поданного заявления должно соответствовать набору данных, пред-

ставленных в заявлении. Поиск и фильтрация заявлений должны быть представлены блоком фильтров с возможностью выбора ключевых критериев фильтрации. Ключевыми критериями фильтрации должны быть: наименование услуги, дата создания заявления. Заявитель должен иметь возможность вносить документацию на этапе подачи заявления.

Модуль должен поддерживать как пакетную, так и одиночную загрузку файлов, с индикацией завершения загрузки.

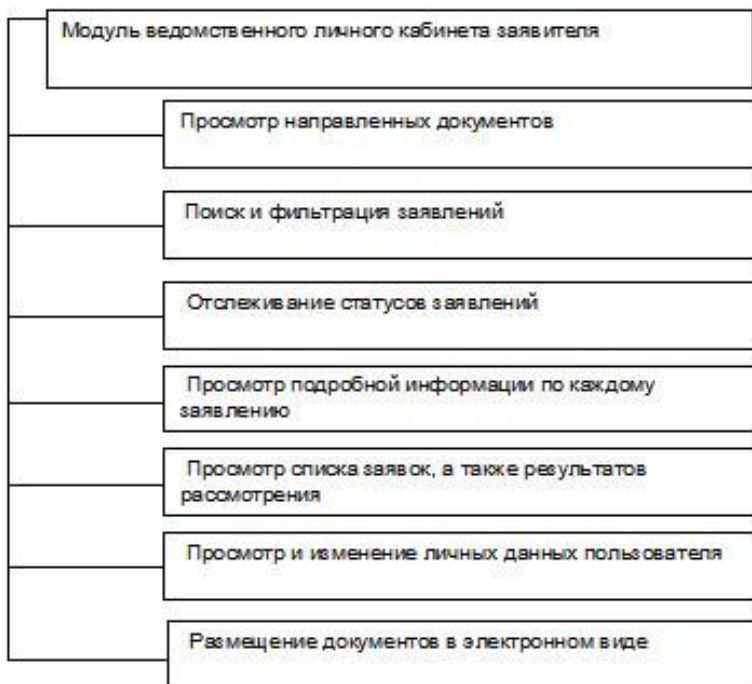


Рис. 3. Функции модуля «Личный кабинет заявителя» ведомственной информационной системы ПГМУвГС

Модуль исполнения услуг (рис. 4) должен иметь возможность взаимодействовать с Модулем управления правами доступа. Права пользователей ведомственной информационной системы ПГМУвГС на исполнение государственных и муниципальных услуг должны

определяться назначением ролей в ведомственной информационной системе ПГМУвГС, определением пользователей к ответственным организациям и назначением пользователей на этапы исполнения услуг.



Рис. 4. Компоненты модуля исполнения услуг ведомственной информационной системы ПГМУвГС

Компонент исполнения электронных услуг должен передавать Компоненту исполненных услуг (а также в соответствующие реестры) информацию о результатах оказания услуги по завершению исполнения услуги.

Компонент исполнения электронных услуг должен обеспечивать следующие возможности:

- автоматическое внесение информации об операторе в соответствующие поля формы заявления;
- выгрузку сведений из формы в печатную форму;
- ввод данных в ручном режиме на различных этапах обработки заявления;
- использования собственных справочников, а также справочника федеральной информационной адресной системы;
- прохождение маршрута исполнения услуги по этапам в зависимости от действий оператора;
- визуализацию процесса исполнения услуги в виде графы с выделением пройденных этапов;
- передачу в личный кабинет заявителя на региональном портале государственных услуг и в личный кабинет заявителя в ведомственной системе предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере сведений об этапе исполнения электронной услуги, а также данных о результатах оказания услуги;
- ведение журнала событий.

Компонент исполнения электронных услуг должен передавать Компоненту исполненных услуг, а также в соответствующие реестры информацию о результатах оказания услуги по завершению исполнения услуги.

Компонент статистики должен получать данные о количестве предоставленных услуг в электронной форме от Компонента исполненных услуг. Компонент статистики должен обеспечивать возможность получения сводной информации по всем реализованным услугам и получать данные о количестве предоставленных услуг в электронной форме от компоненты предоставления электронных услуг.

Компонент статистики должен отображать отчеты об исполненных задачах по следующим критериям:

- услуга;
- государственная услуга;
- ответственный оператор;
- дата создания заявления (период).

Данные статистики должны отображаться в табличном и графическом виде с возможностью выгрузки в файл формата Excel.

Компонент построения маршрутов должен обеспечивать возможность описания автоматизированных процедур услуг по этапам в электронном виде. Последовательность этих этапов должна быть предоставлена в ведомственной системе предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере в виде файла маршрута.

Каждый маршрут на государственную услугу должен содержать следующую информацию:

- наименование государственной услуги;
- наименование государственной подуслуги;
- наименование организации-исполнителя услуги;
- наименование категории получателей услуги;
- порядок оказания государственной услуги – информация о том какие стадии проходит заявление на выполнение услуги, в каком порядке, сроки обработки заявления на каждом этапе и в целом.

Компонент построения маршрутов должен предоставлять возможность:

- разработки маршрутов исполнения услуги визуальными средствами;
- построения маршрута любой длины и логических переходов;
- создания параллельных и последовательных маршрутов;
- обеспечения выгрузки маршрута в формате XML.

Компонент должен реализовывать:

- прохождение исполнения услуги по маршруту (маршрутам) исполнения, в соответствии с административным регламентом;
- возможность выгрузки данных по исполненным услугам в соответствующие реестры.

Компонент контроля исполнения должен получать данные о заявлениях от Компонента исполнения электронных услуг по одной организации или по всем согласно ролевой модели.

Компонент контроля исполнения должен обеспечивать контроль над процессом реализации услуги, получать данные о заявлениях от Компонента исполнения электронных услуг по одной организации или по всем согласно ролевой модели и обеспечивать следующие возможности:

Фильтрация перечня текущих задач по следующим критериям:

- состояние по исполнению (статус);
- ответственная организация;
- услуга;

- государственная услуга;
- категория получателей;
- период создания заявления;
- номер заявления.

Сортировка перечня задач в составе:

- номер заявления;
- дата создания заявления;
- текущий этап;
- плановая дата завершения услуги.

Просмотр содержания задачи:

- просмотр текстовой информации заявления;
- просмотр состояния выполнения услуги на графической схеме маршрута.

Автоматическое сохранение истории обработки заявления и просмотр в табличном виде действий оператора на этапах исполнения заявления:

- этап;
- фактическая дата исполнения;
- исполнитель.

Компонент контроля исполнения должен предоставлять информацию о текущем состоянии исполнения услуг.

Компонент разработки форм должен обеспечивать возможность построения форм графическими средствами. Для визуализации этапов маршрута должны разрабатываться формы предоставления данных с наборами полей, соответствующими каждой конкретной государственной услуге. Компонент разработки форм должен являться редактором HTML-кода для Интернета и обеспечивать:

- создание и редактирование полей, задание типа поля, создание списков, задание обязательности поля;
- структурирование данных на формах, объединение в смысловые блоки;
- создание правил и проверок правильности заполнения полей за счёт средств и методов, предоставляемых языком программирования JavaScript;
- визуальное указание месторасположения поля;
- форматирование шрифтов: начертание, размер, цвет, стиль и т.д.;
- форматирование текста: выравнивание, отступ, списки и т.д.;
- операции с буфером обмена - копирование, вставка. Возможность отмены последовательности действий;
- вставку из редактора MS Word с возможностью отмены форматирования;
- поддержку работы с таблицами;
- собственное контекстное меню;
- возможность загрузки на сервер файлов (архивы, документы, мультимедиа и

пр.) с последующим размещением на странице ссылки для скачивания;

- автоматическое заполнение форм по имеющимся данным как юридического, так и физического лица при заполненных данных в Личном кабинете/карточке заявителя;

- использование справочников Ведомственной системы предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере, а также глобального справочника ФИАС;

- динамическое добавление блоков данных на форме;

- удобное управление длиной формы на каждом этапе маршрута;

- создание и редактирование печатных форм и их автозаполнение в режиме реального времени с формы.

Компонент проектирования электронных услуг должен обеспечивать:

- привязку маршрутов предоставления услуги и форм;

- задание исполнителей на этапы предоставления услуги;

- назначение одной задачи одновременно на несколько организаций-исполнителей;

- возможность множественного выбора исполнителей на любом этапе маршрута, а также наследование исполнителя с предыдущего этапа;

- указание необходимости электронной подписи для этапов предоставления услуги;

- назначение соответствия статусов обработки заявления и результатов обработки заявления этапам маршрута;

- публикацию электронной услуги в Ведомственной системе предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере;

- создание и редактирование черновиков и опубликованных версий услуг (функций);

- управление версиями спроектированных услуг.

Компонент исполненных услуг должен обеспечивать доступ к уже исполненным задачам и обеспечивать следующие возможности:

А. Фильтрация перечня завершенных задач по следующим полям:

- услуга;
- государственная услуга;
- категория получателей;
- дата создания заявления (период);
- номер заявления.

Б. Сортировка перечня завершенных задач в составе:

- номер заявления;
- дата создания заявления;
- фактическая дата исполнения.

Просмотр задач и всей истории прохождения заявления по этапам с заметками операторов по каждому этапу.

Компонент исполнения электронных услуг должен передавать компоненту исполненных услуг информацию о результатах оказания услуги по завершению исполнения услуги.

Компонент поиска должен обеспечивать поиск и фильтрацию заявлений по выбранным критериям. Поиск задач должен осуществляться по следующим полям:

- услуга;
- наименование государственная услуги;
- категория получателей;
- дата создания заявления (период);
- номер заявления.

Должна быть обеспечена выгрузка отобранных данных в файл формата Excel.

Модуль управления правами доступа должен обеспечивать распределение прав пользователей для работы в информационной системе посредством назначения системной роли. Каждая системная роль должна обладать определенным набором прав. Пользователю может быть назначена одна или несколь-

ко системных ролей. При назначении пользователю нескольких системных ролей, права этих ролей должны суммироваться.

В ведомственной системе предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере должны быть созданы роли для исполнителей услуг; руководителей подразделений органов местного самоуправления; руководителей подразделений органа исполнительной власти; администраторов системы.

Исполнитель услуг должен иметь права на исполнение задач по этапам исполнения услуг и запросов, на которые он назначен.

Руководитель подразделений органа местного самоуправления должен видеть все активные и завершенные задачи, а также статистическую информацию по данному подразделению органа местного самоуправления.

Руководитель подразделений органа исполнительной власти должен видеть все активные и завершенные задачи, а также статистическую информацию по органу исполнительной власти и всем органам местного самоуправления Ивановской области.

Администратор системы должен изменять настройки всех страниц, управлять учетными записями пользователей.

Модуль автоматизации реестров должен обеспечивать формирование реестров (рис. 5).

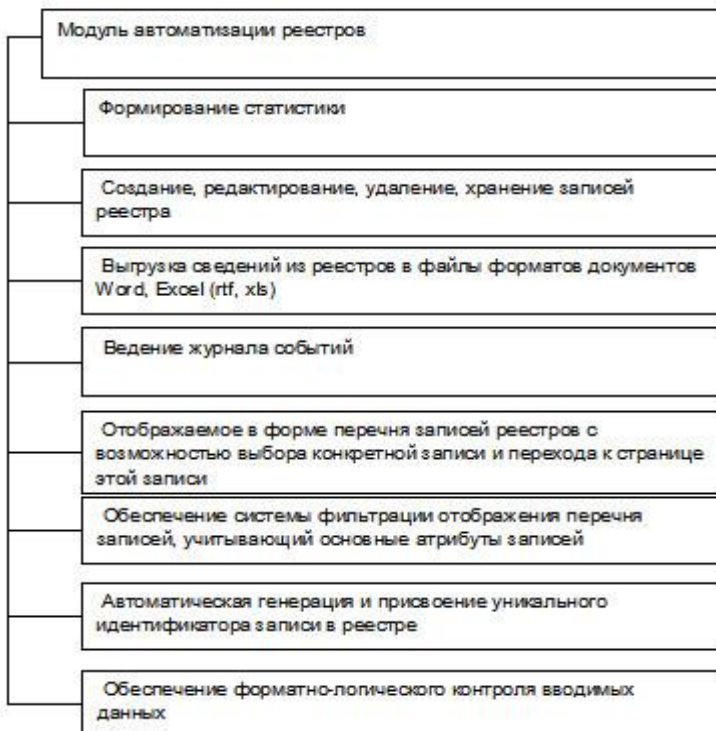


Рис. 5. Функции Модуля автоматизации реестров ведомственной информационной системы ПГМУВГС

Каждая запись в реестре должна содержать следующие блоки данных:

- блок атрибутов реестровой записи (номер в реестре, дата выдачи разрешения, номер выданного разрешения и т.д.);
- блок сведений о заявителе (ФИО/Наименование, контактные данные, сведения об адресах и т.д.);

– блок сведений об объекте (адрес земельного участка, кадастровый номер земельного участка, наименование объекта и т.д.).

Служебные модули представлены хранилищем документов, включающем почтовые сервисы. (рис. 6).

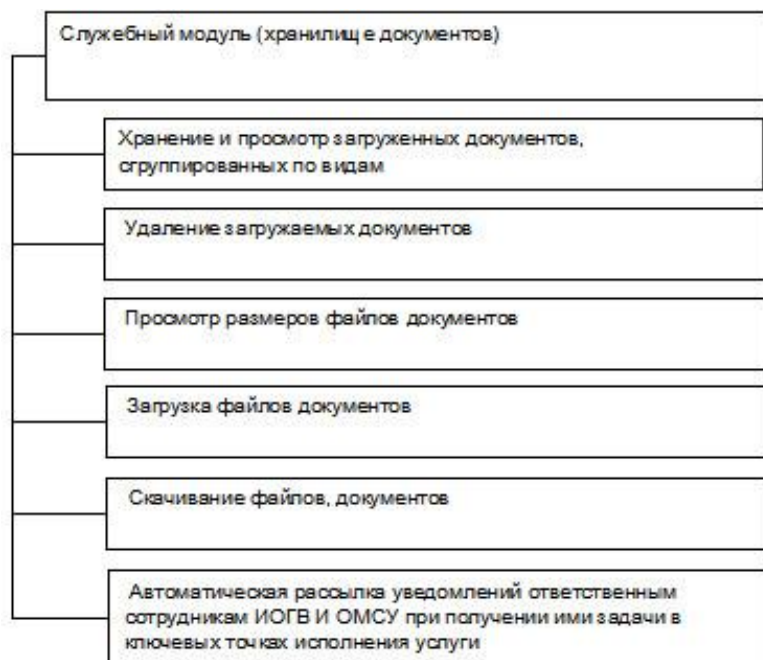


Рис. 6. Функции Служебного модуля ведомственной информационной системы ПГМУвГС

Проектируемая система позволяет осуществлять автоматическую рассылку уведомлений ответственным сотрудникам органа исполнительной власти и органов местного самоуправления при получении ими задачи в ключевых точках исполнения услуги. Уведомления должны направляться сотрудникам органа исполнительной власти и органа местного самоуправления на электронный адрес, указанный в учетных данных пользователя. Уведомления должны отправляться заявителю на электронный адрес заявителя, либо на электронный адрес контактного лица, указанного в заявлении. Текст уведомлений должен содержать краткую информацию об изменении статуса заявки, номер заявки и ссылку на адрес заявки в системе.

Отметим, что обеспечения фактического перехода к предоставлению государственных и муниципальных услуг в электронной форме необходимо провести организационные мероприятия:

1. Распределить роли и закрепить ответственность за функционирование ведомственной системы предоставления государ-

ственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере в исполнительных органах государственной власти и органах местного самоуправления Ивановской области.

2. Разработать план мероприятий работы с муниципальными образованиями Ивановской области по переводу муниципальных услуг в сфере градостроительства в электронный вид.

3. Разработать стратегию по популяризации среди граждан и организаций возможности получения услуг в сфере градостроительства в электронном виде.

Таким образом, в результате проведения исследования разработана модель ведомственной информационной системы, внедрение которой позволяет автоматизировать деятельность сотрудников органов государственной власти и органов местного самоуправления, и тем самым осуществить цифровую трансформацию процессов предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере на территории Ивановской области.

Автоматизации подлежат следующие процедуры процесса предоставления государственной и муниципальной услуги:

- прием, выдача, обработка заявлений и документов, поэтапная фиксация хода предоставления государственных и муниципальных услуг в электронной форме с возможностью контроля сроков предоставления услуг и проведения отдельных административных процедур;

- прием и регистрация обращений заявителей, включая требуемую документацию в электронном виде, доступ к файлам документации, представленной заявителем в электронной форме;

- взаимодействие с заявителями в электронном виде в процессе исполнения услуг, отправка статусов предоставления услуг в личный кабинет, отправка уведомлений на электронную почту заявителя;

- формирование реестра результатов предоставления государственных и муниципальных услуг;

- формирование статических данных.

Внедрение предложенной ведомственной информационной системы позволит повысить оперативность и качество предоставления государственных и муниципальных услуг в градостроительной сфере.

Список литературы

1. Касьянов С. В. Цифровая трансформация как новый драйвер повышения результативности в системе государственного и муниципального управления // Региональные проблемы преобразования экономики. 2019. № 9 (107). С. 5–12.

2. Квятковский К. И., Шуршев В. Ф. Проектирование информационных систем для органов государственной власти // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. № 1.

3. Кутикова К. В., Ильина Н. В. Методика проектирования информационных систем для сферы государственных и муниципальных услуг // Прикладная информатика. 2014. № 6(54).

4. Логинова А. С., Шубина Е. А. Предоставление электронных государственных услуг в Российской Федерации: проблемы и пути их решения // Российский юридический журнал. 2018. №4 (121). С.137–144.

5. Маснева М. Ф., Петрушова М. В. Интернет порталы электронных государственных услуг // Экономика и предпринимательство. 2016. № 2-1 (67). С. 130–133.

6. Минаков В. Ф., Лобанов О. С. Концепция облачного информационного пространства исполнительных органов государственной власти региона // Статистика и экономика. 2014. № 3.

7. Саак А. Э., Тюшняков В. Н. Региональная система межведомственного электронного взаимодействия как основа предоставления государственных и муниципальных услуг // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. № 6(143).

References

1. Kas'yanov S. V. Tsifrovaya transformatsiya kak novyy drayver povysheniya rezul'tativnosti v sisteme gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya [Digital Transformation as a New Driver for Increasing Efficiency in the System of State and Municipal Management]. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*, 2019, vol. 9(107), pp. 5–12.

2. Kvyatkovskij K. I., Shurshev V. F. Proyektirovaniye informatsionnykh sistem dlya organov gosudarstvennoy vlasti [Designing information systems for public authorities]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika*, 2011, issue 1.

3. Kutikova K. V., Il'ina N. V. Metodika proyektirovaniya informatsionnykh sistem dlya sfery gosudarstvennykh i munitsipal'nykh uslug [Methods of designing information systems for public and municipal services]. *Prikladnaya informatika*, 2014, vol. 6(54).

4. Loginova A. S., Shubina E. A. Predostavleniye elektronnykh gosudarstvennykh uslug v Rossiyskoy Federatsii: problemy i puti ikh resheniya [The provision of electronic public services in the Russian Federation: problems and solutions]. *Rossiyskiy yuridicheskij zhurnal*, 2018, vol. 4(121), pp. 137–144.

5. Masneva M. F., Petrushova M. V. Internet portaly elektronnykh gosudarstvennykh uslug [Internet portals of electronic government services]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2016, vol. 2-1(67), pp. 130–133.

6. Minakov V. F., Lobanov O. S. Kontseptsiya oblachnogo informatsionnogo prostranstva ispolnitel'nykh organov gosudarstvennoy vlasti regiona [The concept of cloud information space of executive bodies of state power in the region]. *Statistika i ekonomika*, 2014, issue 3.

7. Saak A. E., Tyushnyakov V. N. Regional'naya sistema mezhvedomstvennogo elektronogo vzaimodeystviya kak osnova predstavleniya gosudarstvennykh i munitsipal'nykh uslug [Regional system of interagency electronic

interaction as the basis for the provision of state and municipal services]. *Izvestiya YUzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2013, vol. 6(143).

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

Karasyova 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
candidate of chemical sciences, senior teacher-methodologist of Adjunct
E-mail: svetlana_karaseva_77@mail.ru

Шестернина Валерия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Российская Федерация, г. Иваново
магистрант
E-mail: antonovavc@yandex.ru

Shesternina Valeriya Sergeevna

Undergraduate, Department of Information Technology and Digital Economics
Ivanovo State University of Chemical and Technology,
Russian Federation, Ivanovo
undergraduate
E-mail: antonovavc@yandex.ru

Хомякова Анна Александровна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Российская Федерация, г. Иваново
кандидат экономических наук, доцент
E-mail: xomakova@mail.ru

Хомякова 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
candidate of economics sciences, associate professor
e-mail: xomakova@mail.ru

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

УДК 66.021.3

**ВОЛОКНИСТЫЙ КАТИОНИТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ
ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

С. В. НАТАРЕЕВ¹, Т. А. НИКОЛАЕВА¹, Д. Г. СНЕГИРЕВ²

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: natoret@mail.ru

Обеспечение населения водой в условиях чрезвычайной ситуации является одним из важнейших инженерно-технических мероприятий. В настоящее время для очистки воды от ионов тяжелых металлов все больше применение находят ионообменные волокна. В экспериментальных исследованиях использовался волокнистый катионит, полученный на основе поликапроамидного волокна. Данное волокно получают из синтетического полимера - поликапроамида. Поликапроамидное волокно характеризуется высокой износостойкостью и механической прочностью. Оно устойчиво к действию большинства растворителей. Модифицирование поликапроамидного волокна проводили за счет химически инициированной привитой сополимеризации на его поверхности метакриловой кислоты. Таким образом, полученный ионит является сильноокислотным катионитом. В работе изучена кинетика ионообменной сорбции ионов меди, цинка и железа на волокнистом катионите и найдены значения коэффициентов внутренней диффузии ионов тяжелых металлов и энергии активации процесса диффузии ионов в зависимости от степени отработки сорбента. Проведены исследования процесса ионного обмена в динамических условиях и определены основные показатели процесса: динамическая обменная емкость катионита, время проскока концентрации сорбируемого иона и др. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности применения модифицированного поликапроамидного волокна для очистки воды от ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: ионный обмен, волокнистый катионит, тяжелые металлы, кинетика и динамика процесса.

**FIBROUS CATIONITE FOR PURIFICATION OF THE WATERS
FROM HEAVY METAL IONS**

S. V. NATAREEV¹, T. A. NIKOLAEVA¹, D. G. SNEGIREV²

¹Federal State budgetary educational Institution of higher Education
«Ivanovo State University of Chemistry and Technology»,
Russian Federation, Ivanovo

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

Providing the population with water in an emergency is one of the most important engineering and technical measures. Currently, ion-exchange fibers are increasingly being used to purify water from heavy metal ions. In experimental studies, a fibrous cationite obtained from a polycapraamide fiber was used. This fiber is obtained from a synthetic polymer-polycapraamide. Polycapraamide fiber is characterized by high wear resistance and mechanical strength. It is resistant to most solvents. Modification of the polycapraamide

fiber was performed by chemically initiated grafted copolymerization on its surface of methacrylic acid. Thus, the obtained ion exchanger is a strongly acidic cation exchanger. The kinetics of ion exchange sorption of copper, zinc, and iron ions on a fibrous cationite was studied. The values of the internal diffusion coefficients of heavy metal ions and the activation energy of the ion diffusion process were found depending on the degree of sorbent processing. The process of ion exchange in dynamic conditions and the main parameters of the process: dynamic exchange capacity of cation, the breakthrough time of the concentration of sorbed ion, etc. On the basis of conducted research we can conclude about the feasibility of using a modified poly-caproamide fibers for water purification from ions of heavy metals.

Key words: ion exchange, fibrous cationite, heavy metals, kinetics and the dynamics of the process.

Обеспечение населения водой в условиях чрезвычайной ситуации является одним из важнейших инженерно-технических мероприятий. Следует учесть, что в возникшей ситуации могут подвергнуться разрушению ряд сооружений и сетей водоснабжения или заражение источников воды. Ориентировочная потребность в воде для хозяйственно-питьевых и специальных нужд составляет: 10 л в сутки на одного человека; 100 л в сутки на одного пораженного, находящегося на стационарном лечении, включая питьевые нужды; 45 л на обмывку одного человека, из расчета санитарной обработки 50 % общего количества легкопораженных и 25 % личного состава сил гражданской обороны, работающих в зоне бедствия (очаге поражения) [1]. При ношении защитной одежды потребность в питьевой воде увеличивается на 2–5 л в зависимости от температуры воздуха, тяжести нагрузки и типа одежды (повседневная, изолирующая) [2]. При этом для водоснабжения следует иметь резервуары, обеспечивающие создание в них не менее 3-суточного запаса питьевой воды [3]. Войсковыми средствами очистки и опреснения воды являются мобильные фильтровальные станции, в которых для извлечения ионов тяжелых металлов используются синтетические иониты.

В настоящее время для очистки воды от ионов тяжелых металлов все больше применение находят ионообменные волокна, ряд из которых обладает лучшими сорбционными свойствами по сравнению с зернистыми ионитами. Одним из таких сорбентов является волокнистый ионит на основе поликапроамидного волокна. Для производства волокна используется синтетический полимер — поликапроамид. Данное волокно характеризуется высокой износостойкостью и механической прочностью. Оно также устойчиво к действию большинства растворителей. Для улучшения сорбционных и кинетических свойств волокно подвергают модифицированию. Модифицирование поликапроамидного волокна проводили за счет химически инициированной привитой сополимеризации на его поверхности метакриловой кислоты. Таким образом, синтезирован-

ный ионит относится к сильнокислотному катиониту.

Для расчета ионообменной установки для очистки воды необходимо иметь кинетические и динамические характеристики катионита. Исследование кинетики ионного обмена проводили в соответствии с методикой ограниченного объема [4]. Для проведения опыта брали 100 мл исследуемого раствора и помещали его в термостатируемый сосуд с мешалкой. После установления теплового равновесия добавляли навеску набухшего ионита. Эксперимент заканчивался через определенный промежуток времени. При проведении опытов поддерживалась постоянная температура 25 °С. На рис. 1 приведены кинетические кривые ионообменной сорбции меди на модифицированном поликапроамидном (МПКА) волокне в Н-форме при различных концентрациях раствора.

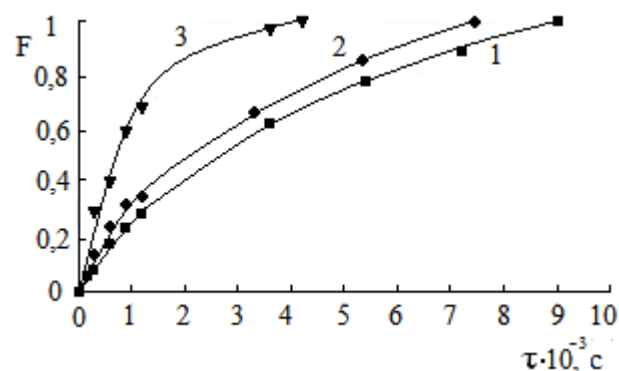


Рис. 1. Кинетические кривые сорбции ионов Cu^{2+} на МПКА волокне:
 C_0 , моль/л: 1 – 0,005; 2 – 0,007; 3 – 0,02

Из полученных данных видно, что на скорость ионного обмена значительное влияние оказывает концентрационные условия процесса. С увеличением концентрации исходного раствора скорость процесса возрастает.

В работе проведены исследования влияния температуры раствора на скорость процесса ионного обмена. Их анализ показал, что увеличение температуры от 25 до 50 °С приводит к незначительному увеличению скорости ионообменной сорбции ионов Cu^{2+} и Fe^{3+} . Результаты этих исследований показаны на рис. 2.

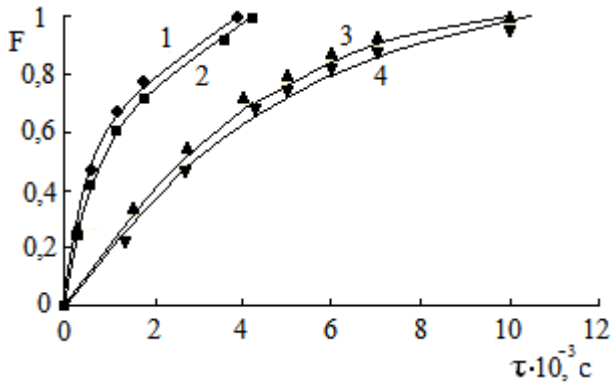


Рис. 2. Кинетические кривые ионообменной сорбции ионов Cu^{2+} ($C_0 = 0,02$ моль/л) и Fe^{3+} ($C_0 = 0,05$ моль/л) на МПКА волокне: обмен $\text{RH}^+ - \text{Cu}^{2+}$ (1, 2); обмен $\text{RH}^+ - \text{Fe}^{3+}$ (3, 4); $t, ^\circ\text{C}$: 1,3 – 50; 2,4 – 25

При обработке экспериментальных данных по ионообменной сорбции ионов металлов на МПКА волокне были определены коэффициенты внутренней диффузии сорбируемых ионов для процесса ионного обмена $\text{RH}^+ - \text{Cu}^{2+}$ и $\text{RH}^+ - \text{Fe}^{3+}$, также значения энергии активации процесса диффузии ионов в МПКА волокне в зависимости от степени отработки ионита.

Коэффициенты диффузии сорбируемых ионов определяли по формуле [4]:

$$\bar{D}(\tau) = \frac{Bt(\tau)r_0^2}{2,4048^2 \tau}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (1)$$

где $Bt(\tau)$ – константа, зависящая от степени отработки ионита.

Расчет энергии активации производился по следующей формуле:

$$E = \frac{2,3R(\ln \bar{D}_1 - \ln \bar{D}_2)T_1T_2}{T_2 - T_1}, \text{ Дж/моль} \quad (2)$$

где T_1, T_2 – температуры растворов.

Значения коэффициентов диффузии и энергии активации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значения коэффициентов диффузии и энергии активации (индекс 1 соответствует температуре $t = 25$ °С, индекс 2 – $t = 50$ °С)

Обмен $\text{RH}^+ - \text{Cu}^{2+}$, $C_0 = 0,02$ моль/л				
F_1	$D_1 \cdot 10^{14} \text{ м}^2/\text{с}$	F_2	$D_2 \cdot 10^{14} \text{ м}^2/\text{с}$	E , Дж/моль
0,244	11,689	0,269	16,026	17110
0,414	19,969	0,471	26,768	15926
0,605	24,352	0,671	31,609	14142
0,716	25,164	0,775	31,694	12510
0,914	28,817	0,945	35,635	11515
0,992	31,658	0,998	38,778	11000
Обмен $\text{RH}^+ - \text{Fe}^{3+}$, $C_0 = 0,05$ моль/л				
0,280	5,260	0,318	6,720	13281
0,463	7,744	0,506	9,507	11123
0,561	8,104	0,608	9,854	10600
0,649	8,658	0,682	10,011	7868
0,740	9,966	0,767	11,033	5506
0,820	11,340	0,842	12,440	5001
0,871	12,100	0,887	13,051	4112
0,950	13,290	0,959	14,332	4096

В работе проведены исследования процесса сорбции ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Fe^{3+} на МПКА волокне в Н-форме в динамических условиях. Исследование процесса заключалось в снятии выходных кривых на ионообменной установке, основным элементом которой являлась ионообменная колонка с внутренним диаметром 18 мм и высотой 300 мм. Для проведения опытов в колонку помещали 5 г МПКА волокна и пропускали через слой катионита исходный раствор с объемной скоростью 140 мл/с. Из анализа полученных экспериментальных данных (рис. 3) можно сделать вывод о том, что с увеличением концентрации исходного раствора CuCl_2 наблюдается уменьшение ширины зоны массопереноса.

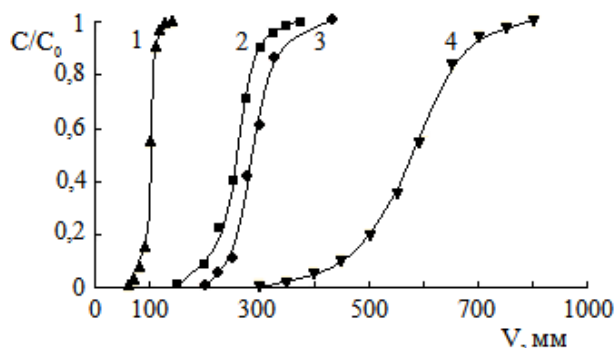


Рис. 3. Выходные кривые ионного обмена RH^+ - Fe^{3+} (1), RH^+ - Cu^{2+} (2, 3) и RH^+ - Zn^{2+} (4): C_0 , моль/л: 1 — 0,05; 2 — 0,02; 3 — 0,007; 4 — 0,005

Следовательно, на динамические характеристики процесса оказывает влияние кинетика ионного обмена. Размытие сорбционного фронта в области малых концентраций свя-

зано с уменьшением скорости поглощения вещества слоем ионообменного волокна.

В табл. 2 приведены значения динамической обменной емкости катионита $C_{\text{дин}}$ и время защитного действия слоя $\tau_{\text{пр}}$, найденные для полученных ионообменных систем. Установлено, что с увеличением концентрации исходного раствора увеличивается динамическая обменная емкость МПКА волокна, а также уменьшается время защитного действия слоя.

Таблица 2. Параметры процесса ионного обмена в динамических условиях

Ионообменная система	C_0 , моль/л	$C_{\text{дин}}$, ммоль/л	$\tau_{\text{пр}} \cdot 10^{-3}$, с
RH^+ - Cu^{2+}	0,02011	0,98	2,7
	0,00713	0,92	9,0
	0,00405	0,65	18,0
RH^+ - Zn^{2+}	0,00722	0,64	3,6
	0,004795	0,56	5,4
RH^+ - Fe^{3+}	0,00706	0,11	0,75
	0,00358	0,08	1,04

Экспериментальные исследования ионного обмена позволяют сделать вывод о высоких сорбционных свойствах МПКА волокна по отношению к ионам меди, цинка и железа. Найденные кинетические параметры процесса могут быть использованы при расчете и проектировании ионообменных аппаратов для очистки воды от ионов тяжелых металлов.

Список литературы

1. Гражданская защита: Энциклопедия в 4 томах. Том I (А–И); под общей редакцией В. А. Пучкова; МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 666 с.
2. Основы военной гигиены: учеб. пособие / В. И. Дорошевич [и др.]. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. 190 с.
3. Учебно-методическое пособие по повышению квалификации руководителей организаций по вопросам ГО, защиты от ЧС, пожарной безопасности и безопасности на водных объектах в УЦ ФПС МЧС России. М.: РИК «Галерея», 2007. 752 с.
4. Кокотов Ю. А., Золотарев П. П., Елькин Г. Э. Теоретические основы ионного обмена: сложные ионообменные системы. Л.: Химия, Ленинградское отд-ние, 1986. 281 с.

References

1. *Grazhdanskaya zashhita*: v 4 t. T.1 [Civil protection: in 4 vol. Vol. 1]. In Puchkov V. A. (ed.). Moscow: FGBU VNI GOChS (FCz), 2015. 666 p.
2. *Osnovy voennoj gigiena: uchebnoe posobie* [Fundamentals of military hygiene: a training manual] / V. I. Doroshevich [et al.]. Minsk: Novoe znanie; Moscow: INFRA-M, 2014. 190 p.
3. *Uchebno-metodicheskoe posobie po povysheniyu kvalifikacii rukovoditelej organizacij po voprosam GO, zashchity ot CHS, pozharnoj bezopasnosti i bezopasnosti na vodnyh ob'ektah v UC FPS MCHS Rossii* [Training manual for advanced training of heads of organizations on civil defense, emergency protection, fire safety and water safety at the CC FPS EMERCOM of Russia]. Moscow: RIK «Galeriya», 2007. 752 p.

4. Kokotov Yu. A., Zolotarev P. P., Elkin G. E. *Teoreticheskiye osnovy ionnogo obmena: slozhnyye ionoobmennyye sistemy* [Theo-

retical foundations of ion exchange: complex ion exchange systems]. Leningrad Himiya, Leningradskoe otdelenie, 1986. 281 p.

Натареев Сергей Валентинович

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново
доктор технических наук, профессор
E-mail: natoret@mail.ru

Natareev Sergey Valentinovich

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology»,
Russian Federation, Ivanovo
doctor of engineering sciences, professor
E-mail: natoret@mail.ru

Николаева Татьяна Артемьевна

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет,
Российская Федерация, г. Иваново
студент
E-mail: nikolaewa37region37@yandex.ru

Nikolaeva Tatyana Artemevna

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology»,
Russian Federation, Ivanovo
student
E-mail: nikolaewa37region37@yandex.ru

Снегирев Дмитрий Геннадьевич

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

Snegirev Dmitriy Gennadevich.

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 engineering sciences, head of department
E-mail: edufire@mail.ru

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

УДК 504.6

**ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОГО ФОНДА
НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО**

О. Г. ЗЕЙНЕТДИНОВА¹, Т. А. МОЧАЛОВА¹, И. Ю. ШАРАБАНОВА¹, А. М. МОЧАЛОВА²

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

²МБОУ «Гимназия № 36», г. Иваново

E-mail: zeinet@bk.ru

Экологическим и гигиеническим характеристикам, в том числе радиационной безопасности, объектов жилого комплекса и городского хозяйства в последние годы уделяется значительное внимание. В связи с этим авторы статьи провели анализ уровня радиационного фона в многоквартирных жилых домах на территории города Иваново в зависимости от периодов застройки, строительных материалов, этажности, целевого назначения помещения.

Ключевые слова: радиационный фон, уровень радиации, радиационная безопасность, безопасность объектов жилого фонда, среда обитания.

**ASSESSMENT OF RADIATION SAFETY OF RESIDENTIAL FACILITIES
IN THE CITY OF IVANOVO**

O. G. ZEJNETDINOVA¹, T. A. MOCHALOVA¹, I. YU. SHARABANOVA¹, A. M. MOCHALOVA²

¹Federal 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

²Municipal budget educational institution «Gymnasium № 36», Ivanovo

E-mail: zeinet@bk.ru

In recent years, considerable attention has been paid to environmental and hygienic characteristics, including radiation safety, of residential and urban facilities. In this regard, the authors of the article analyzed the level of radiation background in apartment buildings in the city of Ivanovo, depending on the periods of development, building materials, number of floors, and the purpose of the room.

Keywords: radiation background, radiation level, radiation safety, security of residential facilities, habitat.

В связи с повышенным вниманием к объектам жилого комплекса, как фактору социально-экономического благополучия населения, требуют тщательного контроля экологические и гигиенические характеристики объектов строительства, и в частности строительных материалов.

В первую очередь это обусловлено тем, что около 80% времени современный че-

ловек проводит внутри помещений. И именно строительные материалы, являющиеся основой строительных конструкций, подлежат обязательному контролю. Одним из компонентов экологичности окружающей среды, непосредственно влияющих на здоровье, является радиоактивность.

Суммарная эквивалентная доза, которую получает человек от всех природных источников облучения, составляет около 2,4 мЗв/год. Почти половину этой дозы вызывают радиоактивные газы – радон (Rn222), то-

рон (Rn220) и их дочерние продукты распада. Вдыхая воздух в помещениях, где концентрация радона в 6–8 раз выше, чем во внешней среде человек получает основную дозу облучения. Радиоактивность строительного материала зависит от многих факторов, среди которых следует отметить вид горной породы, использованной для производства строительных материалов; место добычи горной породы, а также вид отходов, задействованных на производство наполнителей и связующих компонентов строительных материалов [1, 2].

Радиоактивность строительных материалов является главной составляющей технологически измененного фона, существующего за счет перераспределения естественных радионуклидов. Радиационные характеристики строительных материалов определяются их способностью к испусканию радона и гамма-фоном в помещении.

В связи со значительным влиянием радиации на здоровье человека и как следствие на благополучие его проживания на той или иной территории изучение сравнительных характеристик строительных материалов в аспекте формирования радиационного фона в жилых помещениях является актуальным.

Мы поставили себе целью оценить уровень радиационного фона в многоквартирных жилых домах разных периодов застройки на территории города Иваново, построенных из различных строительных материалов. Помимо прочего оценке подлежали данные по радиационному фону в зависимости от этажа, а также в зависимости от целевого назначения помещения. Для минимизации влияния естественного радиационного фона мы брали дома разной категории застройки, но находящиеся в непосредственной близости друг от друга.

В целом, характеризуя подлежащие контролю показатели радиационной безопасности факторов среды обитания на территории г. Иваново, следует отметить, что радиационный фон на территории Ивановской области находится в пределах 0,07-0,16 мкЗв/ч (в среднем 0,101 мкЗв/ч), что соответствует многолетним среднегодовым значениям естественного радиационного фона в Ивановской области [3].

Наибольший вклад в дозу облучения населения вносят природные источники ионизирующего излучения (88,87% от всех видов источников излучения). Незначительный вклад (3,11%) в структуре природного облучения формируется за счет содержащихся в продуктах питания и питьевой воде природных радионуклидов (в абсолютном значении – 125,18чел.-Зв/год, при средней индивидуальной дозе на жителя 0,142 мЗв/год). Необходи-

мо отметить, что доза облучения населения за счет потребления питьевой воды не превышает 0,1 мЗв/год. Данный факт свидетельствует об отсутствии необходимости проведения мероприятий по снижению содержания природных радионуклидов в питьевой воде централизованной системы водоснабжения.

На втором месте по вкладу в формирование коллективной дозы облучения населения области стоит медицинское облучение (11,02%). Наиболее потенциально опасными являются объекты областного бюджетного учреждения здравоохранения «Ивановский областной онкологический диспансер». Радиологическое отделение № 1 использует в своей деятельности дистанционный гамма-терапевтический аппарат «Theratron Equinox», радиологическое отделение № 3 использует внутрисполостные гамма-терапевтические аппараты типа «АГАТ-ВУ1» и «MultiSource HDR». Вышеперечисленные аппараты содержат закрытые радионуклидные источники на основе изотопа Кобальт-60. В медицинских учреждениях Ивановской области также используются открытые радионуклидные источники, включающие медицинские радиофармацевтические препараты на основе Технеция-99m и Иода-131.

В среднем 0,11% годовой эффективной коллективной дозы облучения населения области формируется за счет техногенных источников ионизирующего излучения. На территории Ивановской области расположено несколько видов радиоизотопных приборов (приборы технологического контроля (толщиномеры), сигнализаторы обледенения и др.), градуировочного оборудования с различным количеством используемых закрытых радионуклидных источников типа ИГИ-Ц, БИС-10, БИС-4АН на основе радионуклидов Цезий-137, Стронций-90.

Следует сказать, что средняя эффективная годовая доза на жителя города Иваново за счет глобальных выпадений не превышает 0,005 мЗв/год и за счет деятельности радиационных объектов 0,001 мЗв/год, что существенно ниже установленных критериев и пределов доз облучения для населения.

В реализации облучения населения Ивановской области помимо внешнего гамма-излучения значительный вклад вносится за счет облучения радоном и его дочерними продуктами распада. При этом в разные годы от 56 до 80 % суммарной дозы облучения населения принадлежит изотопам радона и их короткоживущим дочерним продуктам, содержащимся именно в воздухе жилых и общественных помещений.

Средние индивидуальные дозы облучения жителей Ивановской области за счет изотопов радона представлены на диаграмме (рис. 1).

Проведя оценку полученных нами данных, следует отметить, что независимо от ка-

чества строительных материалов, года застройки, уровня этажности, целевого назначения жилого фонда, уровень радиации на обследуемых нами территориях не превышал пороговых значений, что подтверждает данные о радиационном благополучии г. Иваново.

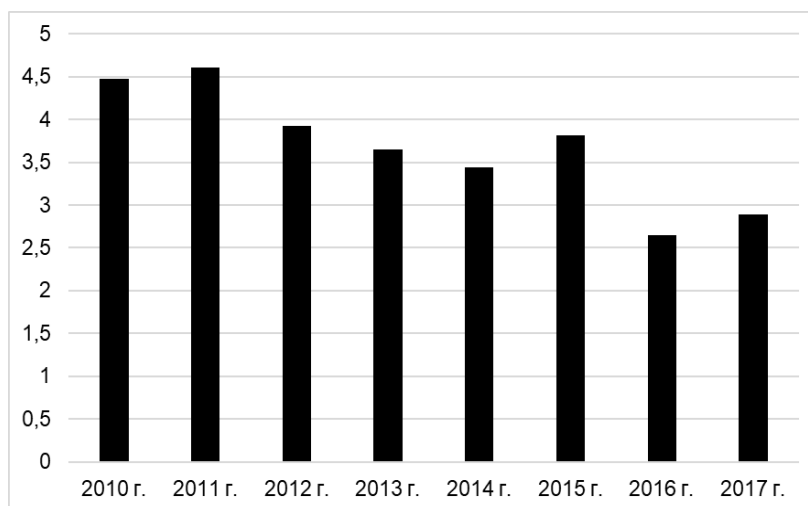


Рис. 1. Средние индивидуальные дозы облучения жителей Ивановской области за счет изотопов радона (мЗв/год)

При более тщательном анализе нами выделено несколько ключевых моментов, позволяющих оценить радиационную опасность городской застройки на территории областного центра.

При сравнении радиационного фона в помещениях разного целевого назначения мы не увидели существенных отличий в результатах замеров. При этом исследования производились при различных температурных режимах и различной влажности в помещении. В

частности, в ваннных комнатах мы проводили замеры, как при низкой влажности, так и при высокой влажности после длительного использования помещения.

При сравнительном анализе материалов, из которых велась городская застройка в городе Иваново, можно сделать вывод, что наибольшей радиоактивностью обладает силикатный кирпич в домах застройки 70-х гг. прошлого века (рис. 2).

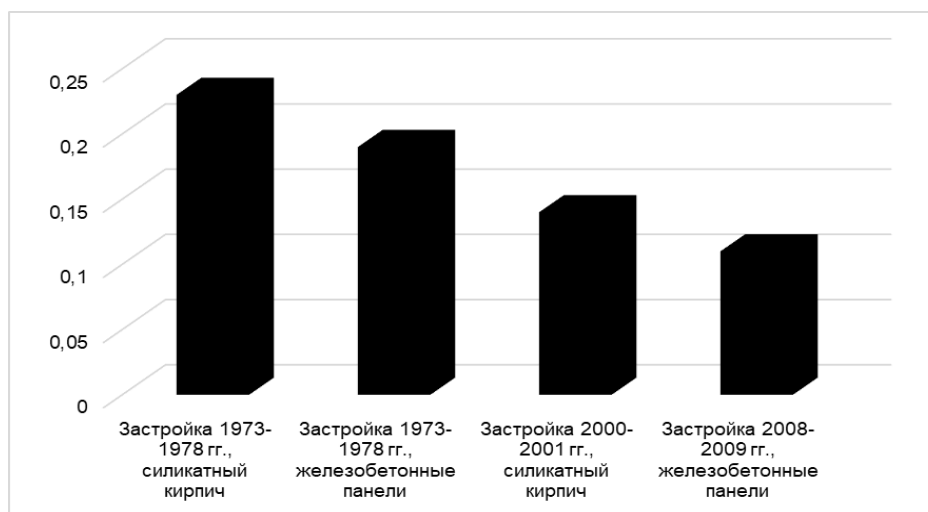


Рис. 2. Уровень радиации в жилом фонде на территории г. Иваново (мЗв/час)

В домах застройки начала XXI века здания, построенных из силикатного кирпича, также отмечается более высокий радиационный фон, в отличие от зданий из железобетонных панелей. Различия в измерениях не принципиальны, но все же следует констатировать их наличие.

В целом застройка XXI века показала более позитивные результаты по сравнению с замерами в домах, построенных около пятидесяти лет назад. Уровень радиации в последних превышал при всех измерениях таковой в современных зданиях.

Наиболее низкий уровень радиации мы наблюдали в помещениях (жилые помещения, лестничные клетки, подвальные и полуподвальные помещения) на территории Московского микрорайона (средний уровень радиации составил 0,12 мЗв/час), что в два раза ниже

уровня радиации, наблюдаемом нами в зданиях городской застройки 70-х гг. прошлого века, где в качестве строительного материала использовался силикатный кирпич. Следует отметить, что до момента постройки Московского микрорайона общественностью города Иваново обсуждался вопрос о якобы радиационном неблагополучии данной местности. Результаты наших исследований доказывают ошибочность данного мнения.

При анализе колебаний уровня радиации в помещениях жилой застройки в зависимости от этажности мы не можем констатировать существенных различий (рис. 3). Хотя все же для домов, построенных из силикатного кирпича можно отметить некоторое снижение радиационного фона при повышении этажности. Особенно это заметно для сооружений более ранней застройки.



Рис. 3. Показатели уровня радиации в жилом фонде на территории г. Иваново в зависимости от этажности (мЗв/час)

Таким образом, в ходе исследования мы выявили определенные закономерности в показателях радиационной нагрузки в зданиях жилой застройки на территории г. Иваново. В

целом ситуация является стабильной для города Иваново, радиационный фон находится в пределах нормы и не представляет угрозы жизни и здоровью жителей данной местности.

Список литературы

1. К вопросу о гигиеничности строительных материалов Ставропольского Края по радиационному признаку / П. А. Сидякин [и др.]

// Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3 (2). С. 280–283.

2. Изучение радиационных характеристик строительных материалов / Э. Б. Хоботова [и др.] // Вестник Харьковского

национального автомобильно-дорожного университета. 2006. № 12. С. 32–33.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. 254 с.

References

1. К вопросу о гигиеничности строительных материалов Ставропольского Края по радиационному признаку [On the issue of hygiene of building materials in the Stavropol Territory on the basis of radiation] / P. A. Sidyakin [et al.]. *Sov-*

remennye naukoemkie tekhnologii, 2016, issue 3(2), pp. 280–283.

2. Izuchenie radiacionnykh harakteristik stroitel'nykh materialov [Study of the radiation characteristics of building materials] / E. B. Khotobova [et al.]. *Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*, 2006, issue 12, pp.32–33.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. [On the state of the sanitary-epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018: State report]. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. 254 с.

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

Мочалова Татьяна Александровна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат биологических наук, доцент, заместитель начальника кафедры

E-mail: mihailmochalov@mail.ru

Mochalova Tatiana Alexandrovna

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, Deputy head of the Department

E-mail: mihailmochalov@mail.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

Мочалова Анна Михайловна
МБОУ «Гимназия № 36»,
Российская Федерация, г. Иваново,
учащийся

E-mail: mihailmochalov@mail.ru

Mochalova Anna Mihailovna

Municipal budget educational institution «Gymnasium № 36»
Russian Federation, Ivanovo,
student

E-mail: mihailmochalov@mail.ru

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

УДК 331.453

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ
В СИСТЕМАХ НЕФТЕСБОРА**

В. Б. БУБНОВ, Н. Н. ЕЛИН, И. М. КУЛИКОВ

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

Разработана математическая модель нестационарного процесса опорожнения емкости, содержащей нефтеводогазовую смесь. Учитывалось изменение давления в емкости, концентраций жидкой и газовой фаз, их физических свойств и массовой скорости истечения. Результаты позволяют прогнозировать динамику расхода истечения и физических свойств смеси в процессе опорожнения емкости. Увеличение точности расчетов достигается за счет учета динамики расходных и физических параметров процесса. Методика позволяет рассчитывать массу и состав жидкого неиспаряемого остатка в емкости. Рекомендуется к использованию для оценки экологического ущерба вследствие аварийных разливов нефти, затрат на их ликвидацию и для обоснованного планирования производства ремонтных работ и мероприятий по обеспечению безопасности оборудования и персонала.

Ключевые слова: нефтеводогазовая смесь, концентрации фаз, давление, плотность, массовая скорость, степень опорожнения.

**FORECASTING OF EMERGENCY EMISSION PROCESSES
IN OIL RECOVERY SYSTEMS**

V. B. BUBNOV, N. N. YELIN, I. M. KULIKOV

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: kafppv@mail.ru

A mathematical model of the non-stationary process of emptying a container containing an oil-gas mixture has been developed. Changes in the pressure in the tank, concentrations of the liquid and gas phases, their physical properties and mass flow rate were taken into account. The results allow us to predict the dynamics of flow rate and physical properties of the mixture in the process of emptying the container. Increasing the accuracy of calculations is achieved by taking into account the dynamics of expenditure and physical parameters of the process. The method allows you to calculate the mass and composition of the liquid non-evaporable residue in the container. It is recommended to be used for assessing environmental damage due to emergency oil spills, the costs of their elimination, and for reasonable planning of repairs and measures to ensure the safety of equipment and personnel.

Key words: oil and gas mixture, phase concentrations, pressure, density, mass velocity, degree of emptying.

Аварийные выбросы при разгерметизации трубопроводов и аппаратов систем внутрипромыслового сбора и транспорта про-

дукции добывающих скважин являются основными причинами экологического ущерба в районах нефтегазодобычи. Для адекватной оценки этого ущерба и затрат на его ликвидацию нужно уметь правильно рассчитывать ди-

намику истечения нефтегазовых смесей через поры.

Недостаток существующих методов расчета заключается в том, что они рассматривают данный процесс как истечение однофазной среды с некими осредненными по времени физическими свойствами, что может привести к значительным ошибкам. На самом деле опорожнение емкости, содержащей смесь углеводородных компонентов, представляет собой сложный нестационарный процесс, в котором изменяются давление, фазовое состояние смеси, компонентные составы жидкой и газовой фаз и их физические свойства.

Наиболее простыми являются случаи, при которых в течение всего процесса истечения смесь остается однофазной – жидкой или газовой. В первом случае небольшие погрешности результатов расчетов могут быть обусловлены игнорированием сжимаемости углеводородов, а во втором – использованием модели идеального газа [1, 2]. Если в процессе опорожнения участка трубопровода или емкости, содержащей в начальный момент времени продукцию в жидком состоянии, давление в ней снизится до давления насыщения, то начнется выделение газовой фазы. В начале этого процесса происходит испарение летучих компонентов, имеющих наименьшую молекулярную массу и плотность, что приводит к увеличению молекулярной массы смеси, ее жидкой и газовой

фаз, остающихся в сосуде. При этом изменяются физические свойства смеси и обеих фаз, а также массовая скорость истечения.

Рассмотрим процесс опорожнения сосуда (например, аварийного участка нефтесборного трубопровода), в котором в начальный момент времени находится обводненная нефть при давлении p_0 , большем давления насыщения p_s . Для описания динамики фазового состояния и физических свойств воспользуемся моделью «черной нефти» [3], согласно которой давление насыщения нефти зависит от температуры t и количества растворенного в ней газа v_r . Для нефти, давление насыщения которой при температуре пласта t_r равно p_{sr} и не содержащей неуглеводородных компонентов

$$p_s(v_r) = p_{sr} - \frac{t_r - t}{9,157 + \frac{701,8}{v_r}}. \quad (1)$$

На рис. 1 показан пример расчета кривой разгазирования нефти, газовый фактор которой, представляющий собой сумму растворенного v_r и свободного (выделившегося) газа v_f равен $80 \text{ нм}^3/\text{м}^3$ нефти. По оси абсцисс указана величина отношения текущего давления к давлению насыщения p/p_s .

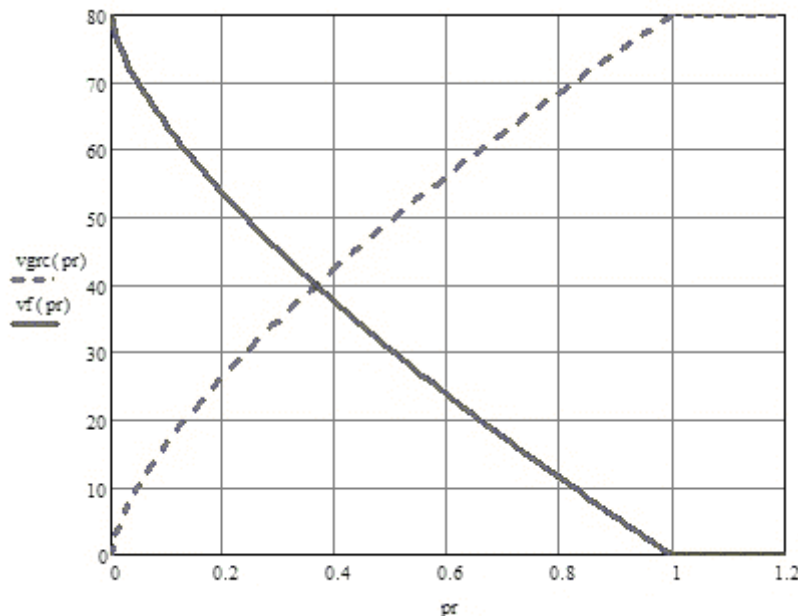


Рис. 1. Кривые разгазирования нефти:
1- количество растворенного газа, 2- количество свободного газа

В процессе опорожнения емкости давление в ней уменьшается и достигает давления насыщения. С этого момента начинается выделение свободного газа, и количество растворенного газа уменьшается. Давление насыщения при этом увеличивается.

Для его расчета исследуемого процесса организуется цикл по времени $t = n \cdot \Delta t$, где $n = 0, 1, 2, \dots$ – номер шага. Величина шага Δt подбирается исходя из опыта (чем меньше эквивалентный диаметр отверстия и чем больше начальная масса газа в емкости, тем больше Δt). На каждом шаге рассчитывается массовая скорость истечения ρw_n . До тех пор, пока $p > p_s$ расчет производится по известным зависимостям для жидкости, а при $p < p_s$ – по методике [3] для газожидкостных смесей:

$$\rho w_n = \sqrt{\frac{2k}{k-1} p \rho_m \left(y^{\frac{2}{k}} - y^{\frac{k+1}{k}} \right)}, \quad (2)$$

где p, ρ_m – давление и плотность газожидкостной смеси на этом же шаге, k – показатель адиабаты, y – отношение давления в окружающей среде к давлению в сосуде. Индекс « n », указывающий номер шага по времени, у этих величин опущен.

Плотность смеси определяется через плотности жидкой и газовой фазы ρ_1 и ρ_2 и их массовые концентрации в смеси x_1 и x_2 :

$$\rho_m = \frac{1}{\frac{x_1}{\rho_1} + \frac{x_2}{\rho_2}}. \quad (3)$$

Здесь и далее индекс «1» относится к жидкой фазе, «2» - к газовой, « m » - к смеси.

Если величина y меньше критической y_c , то в расчет по формуле (2) принимается $y = y_c$. Для расчета величины y_c предлагается методика [3].

Массовый расход истечения m_n определяется как произведение массовой скорости, рассчитанной по (2), (3) и площади живого сечения отверстия, через которое оно происходит. Масса смеси в сосуде на каждом шаге $M_n = M_{n-1} - m_n \cdot \Delta t$, ее плотность ρ_m определяется как отношение этой массы к объему сосуда. Методом последовательных приближений определяется давление, при котором выполняется равенство (3). Величины ρ_1, ρ_2, x_1 и x_2 зависят от давления, температуры, количества растворенного и свободного газа в нефти. Для определения величин плотности жидкой и газовой фазы ρ_1 и ρ_2 используются корреляционные зависимости [3].

На рис. 2 в качестве примера представлены результаты расчетов динамики давления в емкости и давления насыщения находящейся в ней нефти.

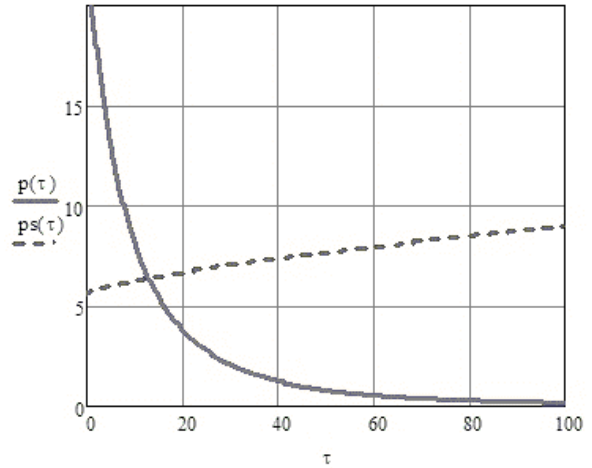


Рис. 2. Динамика давления:
1 – давление в сосуде,
2 – давление насыщения

В данном примере истечение газожидкостной смеси начинается в момент времени $t_c = 12,95$ мин.

Динамика фазового состояния нефтегазовой смеси, рассчитанная для данного примера по предлагаемой методике, представлена на рис. 3.

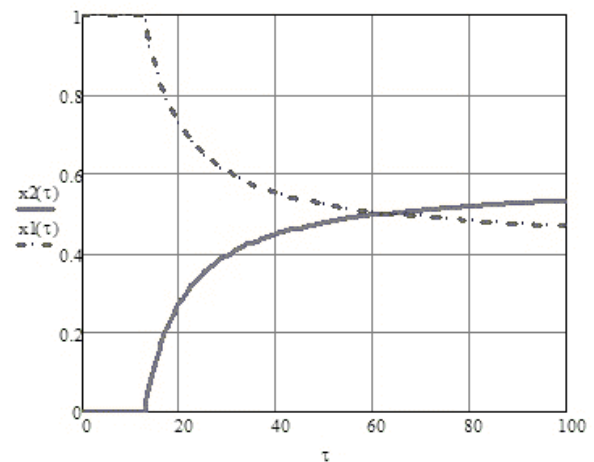


Рис. 3. Динамика фазового состояния

При $t < t_c$ происходит истечение жидкости (нефтеводяной смеси). При этом массовые концентрации фаз постоянны $x_1 = 1, x_2 = 0$.

На рис. 4 представлены результаты расчетов динамики плотностей жидкой и газовой фаз и плотности смеси в процессе опорожнения сосуда.

Плотность жидкой фазы (рис. 4а) при уменьшении давления в сосуде от первоначального до давления насыщения уменьшается за счет сжимаемости смеси углеводородов, а затем, при $t > t_c$, монотонно увеличивается за счет испарения легких компонентов.

Результаты расчетов динамики плотности газовой фазы (рис.4б) и смеси (рис.4в) представлены для периода времени $t > t_c$, когда появляется газовая фаза. Плотность газовой фазы монотонно уменьшается в течение всего рассматриваемого периода времени, так как уменьшение давления доминирует над увеличением молекулярной массы смеси углеводородных компонентов, находящихся в газовой фазе.

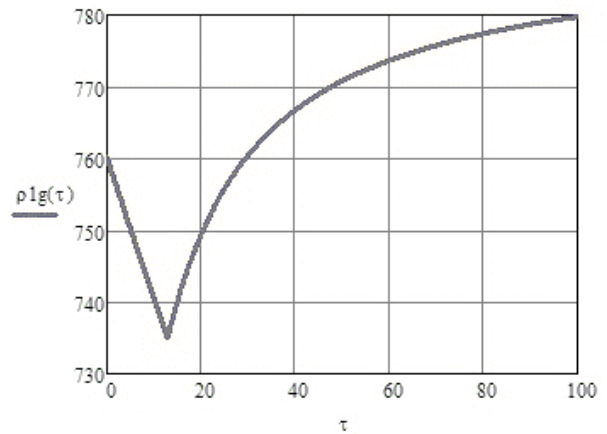


Рис. 4а. Динамика плотности жидкой фазы

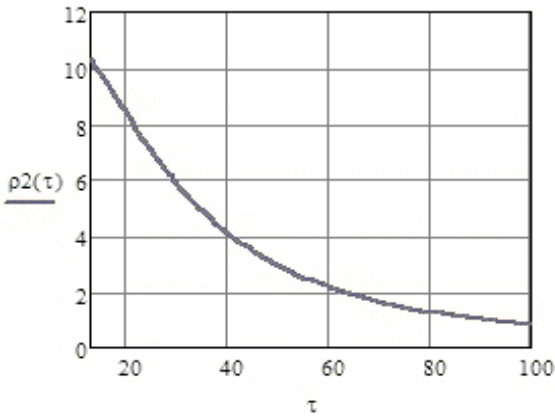


Рис. 4б. Динамика плотности газовой фазы

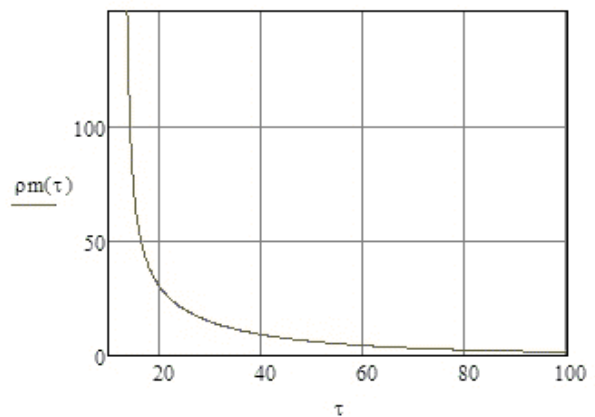


Рис. 4в. Динамика плотности смеси

На рис. 5 представлены результаты расчетов динамики массовой скорости истечения смеси для трех значений начальной обводненности нефти, рассчитываемой как отношение веса воды к весу жидкости.

денности нефти, рассчитываемой как отношение веса воды к весу жидкости.

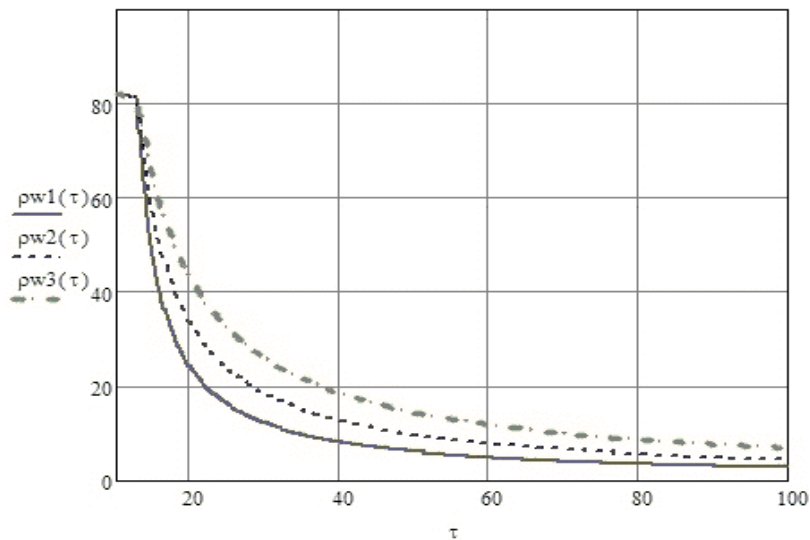


Рис. 5. Динамика массовой скорости истечения: 1-обводненность нефти 20%; 2-40%; 3-70%

При $\tau < \tau_c$ массовая скорость слабо уменьшается вследствие уменьшения плотности жидкости. При появлении газовой фазы истечение происходит в критическом режиме в течение всего рассматриваемого периода времени. Так как в газовую фазу переходят только углеводородные компоненты смеси, то обводненность нефти в этот период увеличивается. Увеличение обводненности приводит к уменьшению массовой концентрации газовой фазы, увеличению плотности жидкой фазы, а следовательно, к увеличению плотности смеси. Массовая скорость истечения, зависимость которой от плотности смеси описывается формулой (2), при этом увеличивается.

На рис.6 представлены результаты расчетов динамики опорожнения сосуда (доли массы смеси, находящейся в нем в данный момент времени) для тех же величин обводненности нефти, что и для рис. 5.

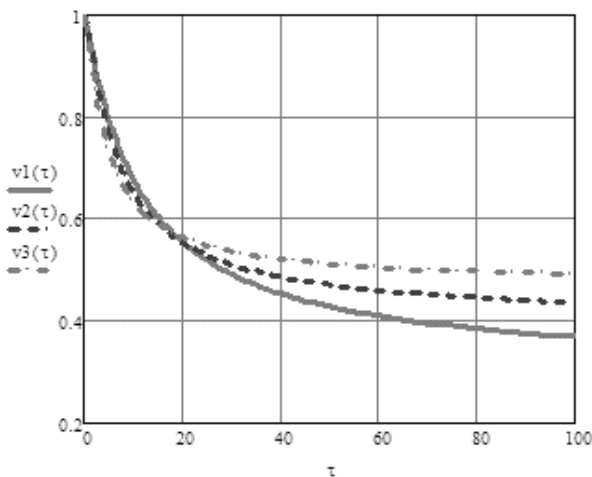


Рис. 6. Динамика опорожнения:
1 – обводненность нефти 20%;
2 – 40%; 3 – 70%

В начальный период времени увеличение обводненности приводит к более быстрому опорожнению вследствие большей массовой скорости истечения (рис.5). В дальнейшем кривые $v(\tau)$ приближаются к асимптотам $v(\tau) = v_o$, где v_o – массовая доля «неиспаряемого остатка», остающегося в сосуде при уменьшении давления в нем до давления окружающей среды. Как и следовало ожидать, величина v_o тем больше, чем больше обводненность.

Список литературы

1. Лурье М. В. Экспертиза утечек газа из резервуаров с высоким давлением // Терри-

На рис. 7 показано сравнение результатов расчета динамики опорожнения без учета динамики изменения физических свойств фаз и по предлагаемой методике.

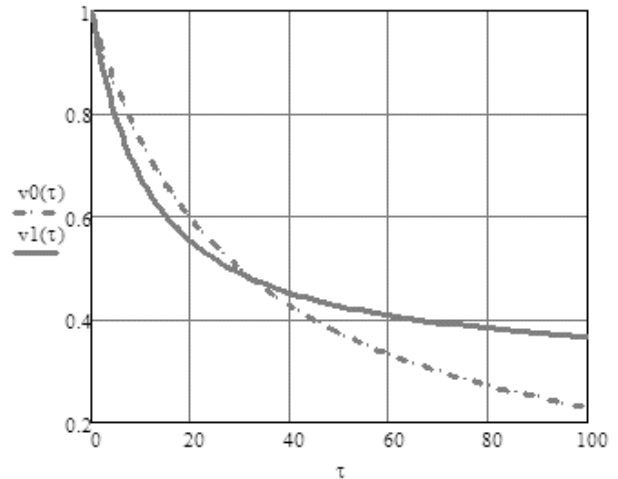


Рис. 7. Сравнение результатов расчета динамики опорожнения при обводненность нефти 20%: 1 – без учета динамики изменения физических свойств фаз, 2 – по предлагаемой методике

При истечении основной массы смеси разница в величине массовой скорости, рассчитанной без учета и с учетом компонентного состава смеси, не превышает 10%. Однако на завершающей стадии процесса, имеющей большую продолжительность и происходящей при малых расходах, наблюдаются существенные различия в результатах. При расчете по средним физическим свойствам фаз масса смеси, оставшаяся в сосуде, асимптотически к меньшей величине, чем при расчете по предлагаемой методике.

Представленные математические модели используются в программном комплексе OIS PIPE [4] для прогнозирования динамики опорожнения участков трубопроводов и сосудов, содержащих нефтеводогазовые смеси. Это необходимо для адекватной оценки экологического ущерба вследствие аварийных разливов нефти, затрат на их ликвидацию и для обоснованного планирования производства ремонтных работ и мероприятий по обеспечению безопасности оборудования и персонала.

тория нефтегаз. 2014. № 4. С. 52–57.

2. Николаев Е. А., Харламов С. Н. Исследование сепарационных процессов углеводородных многокомпонентных систем в режи-

мах функционирования оборудования предварительной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета. 2016. Т. 327. № 7. С. 84–99.

3. Брилл Дж. П., Мукерджи Х. Многофазный поток в скважинах. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. 384 с.

4. Программный комплекс OISPipe для мониторинга и оптимизации систем сбора газа месторождений различных типов / Н.Н. Елин [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2008. № 5. С. 65–69.

References

1. Lur'ye M. V. Ekspertiza utechek gaza iz rezervuarov s vysokim davleniyem [Expertise of gas leaks from high-pressure tanks]. *Territoriya neftegaz*, 2014, vol. 4, pp. 52–57.

2. Nikolayev Ye. A., Kharlamov S. N. Issledovaniye separatsionnykh protsessov uglevo-

dorodnykh mnogokomponentnykh sistem v rezhimakh funktsionirovaniya oborudovaniya predvaritel'noy podgotovki nefiti [Investigation of separation processes of hydrocarbon multicomponent systems in the operating modes of oil pretreatment equipment. *News of Tomsk Polytechnic University*]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2016, vol. 327, issue 7, pp. 84–99.

3. Brill Dzh. P., Mukerdzhi KH. *Mnogofaznyy potok v skvazhinakh* [Multiphase flow in wells]. Moscow; Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2006, 384 p.

4. Programmnyy kompleks OISPipe dlya monitoringa i optimizatsii sistem sbora gaza mestorozhdeniy razlichnykh tipov [OISPipe software package for monitoring and optimizing gas collection systems for various types of fields] / N. N. Yelin [et al.]. *Neftyanoye khozyaystvo*, 2008, vol. 5, pp. 65–69.

Бубнов Владимир Борисович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент

E-mail: kafppv@mail.ru

Bubnov Vladimir Borisovich

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

Russia Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: kafppv@mail.ru

Елин Николай Николаевич

доктор технических наук, профессор

E-mail: kafppv@mail.ru

Yelin Nikolay Nikolaevich

Doctor of technical sciences, professor

E-mail: kafppv@mail.ru

Куликов Илья Михайлович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

адъюнкт адъюнктуры

E-mail: kafppv@mail.ru

Kulikov Ilya Mikhailovich

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

Russia Federation, Ivanovo

adjunct of the adjunct

E-mail: kafppv@mail.ru

УДК 614.842

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Г. С. ЗИМИН, О. С. КОВЯЗИНА, А. О. СЕМЕНОВ

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

E-mail: zimi-grisha@mail.ru, varjete@mail.ru, ao-semenov@mail.ru

В статье обоснована необходимость создания единой информационной системы – программно-аппаратного комплекса или комплекса программ, направленного на совершенствование системы управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров и ликвидации ЧС на химически опасных объектах. Данный комплекс представляет совокупность логически взаимосвязанных функциональных информационных модулей, дающих полное описание процессов развития пожара (ЧС) и организации его тушения и может состоять из следующих основных модулей: «Прогнозирование разлива аварийно химически опасных веществ»; «Прогнозирование развития пожара»; «Расчет сил и средств на тушение пожара и ликвидацию ЧС»; «Организация управления силами и средствами на месте пожара»; «Оценка боевых действий пожарно-спасательных подразделений». Представленные модули должны использоваться как в составе программно-аппаратного комплекса, так и по отдельности, либо в различных комбинациях.

Определено, что предложенный программно-аппаратный комплекс (комплекс программ) позволит не только совершенствовать систему управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров и ликвидации ЧС на химически опасных объектах, но и может быть использован при отработке практических навыков курсантами, студентами и слушателями в образовательных учреждениях МЧС России.

Ключевые слова: химически опасный объект; поддержка управления; тушение пожаров; ликвидация ЧС; комплекс программ.

IMPROVEMENT OF THE MANAGEMENT SYSTEM FOR FIRE FIGHTING AT CHEMICALLY HAZARDOUS OBJECTS

G. S. ZIMIN, O. S. KOVYAZINA, A. O. SEMENOV

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: zimi-grisha@mail.ru, varjete@mail.ru, ao-semenov@mail.ru

The article substantiates the need to create a unified information system for a hardware-software complex or a complex of programs aimed at improving the management system of fire and rescue units during fire fighting and eliminating emergencies at chemically hazardous facilities. This complex represents a set of logically interconnected functional information modules that give a complete description of the processes of fire (ES) development and organization of its suppression and may consist of the following main modules: «Forecasting the bottling of chemically hazardous substances»; «Prediction of the development of fire»; «Calculation of forces and means to extinguish a fire and eliminate emergency situations»; «Organization of management of forces and assets at the fire site»; «Evaluation of combat operations of fire-rescue units». The presented modules should be used both as part of a software-hardware complex, or individually, or in various combinations. It is determined that the proposed hardware and software complex (program complex) will allow not only improving the management system of fire and rescue units when fighting fires and eliminating emergencies at chemically hazardous facilities, but can also be used to develop practical skills by cadets, students and students in educational institutions Russian Emergency Situations Ministry.

Key words: chemically hazardous facility, management support; fire fighting; emergency response, a range of programs.

Пожары и чрезвычайные ситуации на химически опасных объектах могут привести не только к значительному материальному ущербу, но в первую очередь к гибели населения, обслуживающего персонала объекта, участников тушения пожара (ликвидации ЧС), а также к загрязнению окружающей среды. При возникновении пожаров на химически опасных объектах (далее – ХОО) руководителю тушения пожара и оперативному штабу на месте пожара (исходя из складывающейся оперативной обстановки) необходимо выполнить следующий примерный объем основных работ:

- организовать взаимодействие с администрацией объекта по всем вопросам организации тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ;
- использовать пожарную технику и личный состав пожарных подразделений с соблюдением правил охраны труда, в том числе (при необходимости) создать завесу из распыленной воды для защиты личного состава и техники, а также для осаждения облака аварийно химически опасного вещества (далее – АХОВ);
- организовать проведение спасательных работ;
- учитывать погодные условия и рельеф окружающей местности;
- организовать и провести после пожара (ЧС) дегазацию пожарной техники и оборудования.

Кроме этого, при организации тушения пожаров (ликвидации ЧС) на ХОО существует необходимость учета множества факторов, влияющих на их развитие, таких как: погодные условия (максимальная и минимальная температура воздуха, атмосферные осадки, направление ветра), удаленность пожарно-спасательных частей, наличие и расположенность водоисточников и т.д.

Следовательно, при прогнозировании развития пожара (ЧС) на химически опасных объектах оперативному штабу необходимо обработать большой объем информации, направленной на анализ складывающейся обстановки. Тогда, повышая качество принимаемых решений при тушении пожаров (ликвидации ЧС) на ХОО, используя современные средства поддержки принятия управленческих решений, которые позволяют оценивать оперативную обстановку и вырабатывать несколько альтернативных решений мы можем совершенствовать систему управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров и ликвидации ЧС на химически опасных объектах [6].

Рассмотрим существующие компьютерные программы, такие как: Istok Calc Risk,

АХОВ, TOXI+Risk 5, TOXI+Meteo и др. Данные программы предназначены для оценки масштабов и последствий ЧС на объектах химической промышленности и определяют такие величины, как: глубину зон заражения для первичного и вторичного облака АХОВ; количественные характеристики выброса АХОВ; прогнозируемые потери населения; расчет сил и средств и оборудования на нейтрализацию АХОВ; оценку негативного воздействия аварийных выбросов АХОВ; визуализацию зоны поражения на планах местности; подробные отчеты с приведением всех промежуточных выкладок расчетов (подробный анализ программ представлен в работе [2]). Все рассмотренные программы в первую очередь направлены на предотвращение и ликвидацию ЧС на химически опасных объектах, вопросы пожаротушения в этих программах практически не рассматриваются. Данные программы используются отдельно друг от друга, некоторые из них имеют сложную алгоритмическую структуру, реализуемую только на высокопроизводительных вычислительных машинах. Следовательно, существует необходимость создания единой информационной системы – программно-аппаратного комплекса (далее – ПАК) или комплекса программ, который объединит в себе различные компьютерные программы и модули. ПАК должен представлять совокупность логически взаимосвязанных функциональных информационных модулей, в комплексе дающих полное описание процессов развития пожара (ЧС) и организации его тушения.

Данный комплекс (ПАК, комплекс программ) должен быть направлен на совершенствование системы управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров и ликвидации ЧС на ХОО, а так же организацию взаимодействия со службами жизнеобеспечения и разработки необходимых рекомендаций нештатным должностным лицам на пожаре (ЧС) и может состоять из следующих основных модулей: «Прогнозирование разлива аварийно химически опасных веществ»; «Прогнозирование развития пожара»; «Расчет сил и средств на тушение пожара и ликвидацию ЧС»; «Организация управления силами и средствами на месте пожара»; «Оценка боевых действий пожарно-спасательных подразделений» [1, 4, 5, 7, 8].

Представленные модули должны использоваться как в составе программно-аппаратного комплекса, так и по отдельности, либо в различных комбинациях. Что позволит использовать предложенную информационную систему руководителем не только на месте пожара (ЧС), но и должностными лицами в процессе функционирования ЦУКСа (ЦППС,

ПСПСЧ). Основой модулей могут быть такие программы как «Программное средство для расчета сил и средств необходимых при ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах химической промышленности», «Модель развития пожаров на открытом пространстве с использованием клеточного автомата», «Прогнозирование масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» и др. [4, 7, 8, 9]. Данные программы, объединенные в единый комплекс, позволят сократить время на оценку оперативной обстановки на пожаре (ЧС) и на принятие управленческого решения на тушение пожара (ликвидацию ЧС) [3].

Основой одного из представленных модулей («Прогнозирование розлива аварийно химически опасных веществ») может являться программа для ЭВМ «Прогнозирование масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [9]. Программа предназначена для расчета параметров ЧС и графического построения результатов прогнозирования на карте местности (рис. 1, 2, 3).

В данной программе учитываются следующие параметры: скорость и направление ветра, температура воздуха; объем аварийно химически опасных веществ, номинальная вместимость резервуара АХОВ, коэффициент

использования резервуара, степень вертикальной устойчивости, коэффициент разлива АХОВ, время прогнозирования.

Преимущества данной программы, по отношению к другим аналогичным программам, заключаются в следующем:

- программа может быть использована как РТП из числа сотрудников ГПС, так и должностными лицами других министерств и ведомств, принимающих участие в ликвидации ЧС (тушении пожара);
- прогнозирование динамики развития ЧС при выбросе АХОВ на открытой местности производится на основе клеточного автомата, представляющего собой аналитические соотношения количественных параметров динамики разлива и испарения АХОВ, позволяющих произвести оперативный прогноз последствий развития ЧС в условиях реального времени;
- обоснование привлечения необходимых сил и средств на ликвидацию ЧС (тушение пожара);
- возможность работы с программой на ноутбуках, планшетах и сотовых телефонах (с использованием интернета);
- простота использования;
- возможность создания аналогичных программ по подтоплению местности, тушению пожаров на открытых территориях и т.д., добавив их в ПАК.

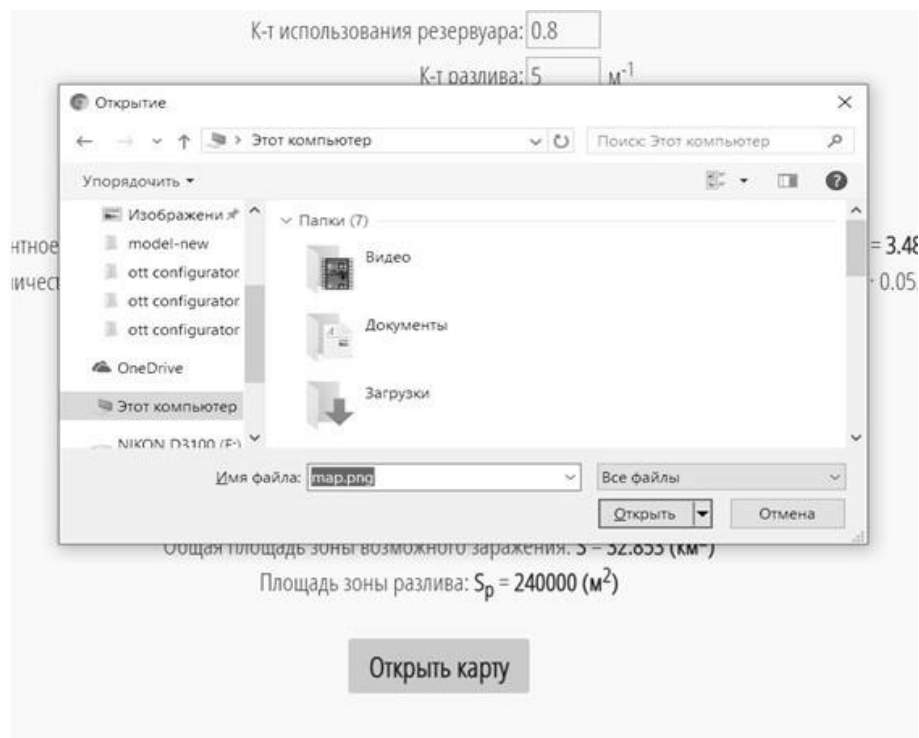


Рис. 1. Диалог выбора графического файла карты (*.png, *.bmp, *.jpg, *.gif, *.svg)

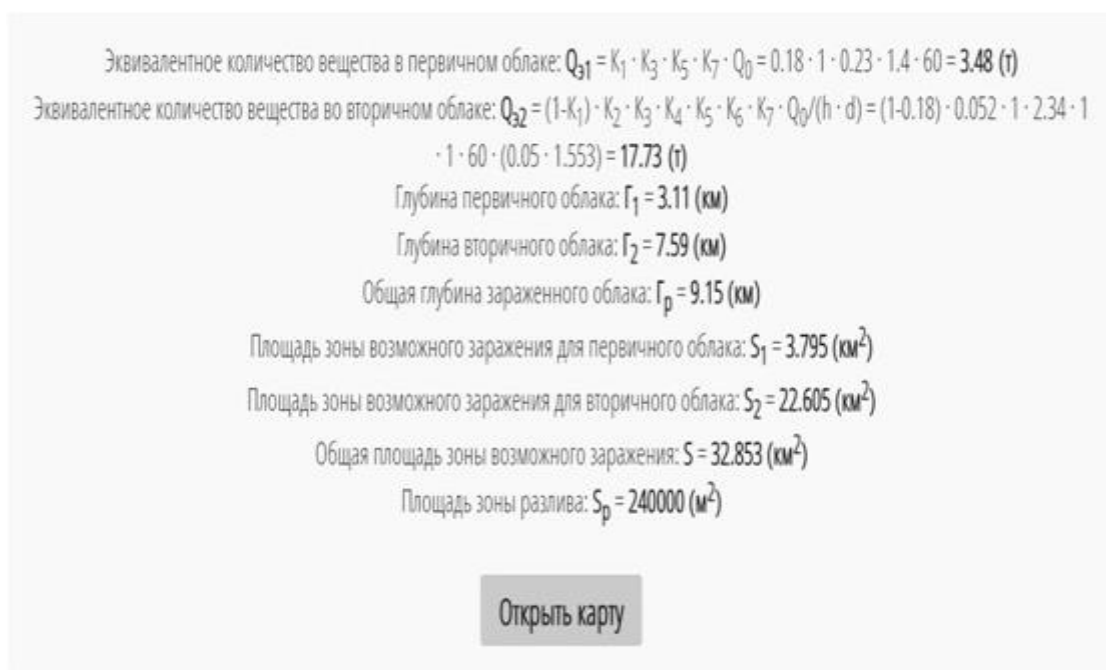


Рис. 2. Вывод расчетных данных с промежуточными значениями и коэффициентами



Рис. 3. Фрагмент карты с результатами прогнозирования

Предложенный программно-аппаратный комплекс (комплекс программ), состоящий из модулей и компьютерных программ (аналогичных рассмотренной ранее) может использоваться на трех основных эта-

пах функционирования пожарно-спасательных подразделений:

- 1) планирование боевых действий:
 - разработка документов предварительного планирования боевых действий;

- организация и проведение пожарно-тактических учений;
 - использование в образовательном процессе образовательных учреждений МЧС России;
- 2) боевые действия по тушению пожара (ликвидации ЧС):
- тушение пожаров и ликвидация ЧС на ХОО;
 - организация функционирования учебного ЦУКСа на базе Многофункциональных учебно-тренажерных комплексов образовательных учреждений МЧС России;
- 3) исследование и изучение пожаров:
- разработка описания пожара;
 - оценка действий пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров (ликвидации ЧС) на ХОО;

Список литературы

1. Способы реализации графического анализа динамики развития и тушения пожара / А. В. Ермилов [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 1 (30). С. 68–73.
2. Зимин Г. С., Семенов А. О. Анализ требований к средствам поддержки принятия управленческих решений при тушении пожаров на химически опасных объектах // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 158–161.
3. Зимин Г. С., Семенов А. О., Смирнов В. А. Поддержка управления при тушении крупных пожаров на химически опасных объектах // Пожарная и аварийная безопасность, сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охране России. Иваново, 2019. С. 137–139.
4. Костылев Д. Н., Разводов М. А., Семенов А. О., Токунов Н. А., Данилов П. В. Программа для расчета сил и средств, необходимых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с подтоплением местности. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017662454, 08.11.2017. Заявка № 2017617050 от 18.07.2017.
5. Семенов А. О., Тараканов Д. В., Лабутин А. Н. Алгоритмы формализации информации об относительной важности показателей эффективности действий по тушению пожаров на объектах химической промышленности // Современные наукоемкие технологии.

- разбор пожаров с рядовым и начальствующим составом;
- разработка предложений по повышению качества подготовки личного состава пожарно-спасательных подразделений.

Таким образом, предложенный программно-аппаратный комплекс (комплекс программ) позволит не только совершенствовать систему управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров и ликвидации ЧС на ХОО, но и повысить качество боевой и служебной подготовки в пожарно-спасательных гарнизонах, отработки практических навыков курсантами, студентами и слушателями образовательных учреждений МЧС России по принятию управленческих решений и моделированию действий должностных лиц, направленных на тушение пожара (ликвидацию ЧС) на химически опасных объектах.

Региональное приложение. 2012. №2 (30). С. 95–97.

6. Семенов А. О. Сбор и обработка данных оперативной обстановки на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15. № 4. С. 31–34.
7. Семенов А. О., Костылев Д. Н., Разводов М. А., Харламов А. В. Программное средство для расчета сил и средств необходимых при ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах химической промышленности. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015611062, 23.01.2015. Заявка № 2014662445 от 01.12.2014.
8. Семенов А. О., Топольский Н. Г., Тараканов Д. В., Михайлов К. А. Модель развития пожаров на открытом пространстве с использованием клеточного автомата. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018666496, 18.12.2018. Заявка № 2018664021 от 03.12.2018.
9. Семенов А. О., Костылев Д. Н., Данилов П. В., Давиденко А. С., Зимин Г. С. Прогнозирование масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019619132, 11.07.2019. Заявка № 2019613941 от 11.04.2019.

References

1. Spособy realizatsii graficheskogo analiza dinamiki razvitiya i tusheniya pozhara [Ways to implement a graphical analysis of the dynamics of development and fire extinguishing] / A. V. Ermilov [et al.]. *Sovremennyye problemy*

grazhdanskoy zashchity, 2019, vol. 1 (30), pp. 68–73.

2. Zimin G. S., Semenov A. O. Analiz trebovaniy k sredstvam podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij pri tushenii pozharov na himicheski opasnykh ob»ektakh [Analysis of requirements for management decision support tools for extinguishing fires at chemically hazardous facilities]. *Monitoring, modelirovanie i prognozirovanie opasnykh prirodnykh yavlenij i chrezvychajnykh situacij Sbornik statej po materialam VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2018, pp. 158–161.

3. Zimin G. S., Semenov A. O., Smirnov V. A. Podderzhka upravleniya pri tushenii krupnykh pozharov na himicheski opasnykh ob»ektakh [Management support for extinguishing large fires at chemically hazardous facilities]. *Pozharnaya i avariynaya bezopasnost', sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 370-j godovshchine obrazovaniya pozharnoj ohrane Rossii*. Ivanovo, 2019, pp.137–139.

4. Kostylev D. N., Razvodov M. A., Semenov A. O., Tokunov N. A., Danilov P. V. *Programma dlya rascheta sil i sredstv, neobkhodimyykh dlya likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy, svyazannykh s podtopleniyem mestnosti* [The program for calculating the forces and means necessary to eliminate emergency situations associated with flooding of the area]. Certificate of registration of a computer program RU 2017662454, 08112017 Application № 2017617050 of 07/18/2017.

5. Semenov A. O., Tarakanov D. V., Labutin A. N. Algoritmy formalizatsii informatsii ob otnositel'noy vazhnosti pokazateley effektivnosti deystviy po tusheniyu pozharov na ob»yektakh himicheskoy promyshlennosti [Algorithms for formalizing information by the relative importance

of indicators of the effectiveness of fire fighting at facilities, the chemical industry]. *Sovremennyye naukoemykiye tekhnologii. Regional'noye prilozheniye*, 2012, vol. 2(30), pp. 95–97.

6. Semenov A. O. Sbor i obrabotka dannykh operativnoy obstanovki na pozhare [Collection and processing of operational data on fire]. *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2006, vol. 15, issue 4, pp. 31–34.

7. Semenov A. O., Kostylev D. N., Razvodov M. A., Kharpamov A. V. *Programmnoye sredstvo dlya rascheta sil i sredstv neobkhodimyykh pri likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy na ob»yektakh khimicheskoy promyshlennosti* [Software for calculating sip and relsIR necessary for emergency situations at chemical facilities]. Certificate of registration Programs for EVM RU 2015611062, 01/23/2015. No 2014662445 / 01.12.2014.

8. Semenov A. O., Topolsky N. G. Tarakanov D. V. Mikhailov KA *Model' razvitiya pozharov na otkrytom prostranstve s ispol'zovaniyem kletochnogo avtomata* [Model of open fire development using a cellular automaton]. Certificate of registration of a computer program RU 2018666496, 18122018 Application № 2018664021 dated 03.12.2018

9. Semenov A. O., Kostylev D. N., Danilov P. V., Davidenko A. S., Zimin G. S. *Prognozirovaniye masshtabov zarazheniya avariyno khimicheski opasnymi veshchestvami pri avariyakh (razrusheniyakh) na khimicheski opasnykh ob»yektakh i transporte* [Prognosis of the extent of contamination with accidentally chemically hazardous substances in accidents (destructions) at chemically hazardous facilities and transport]. Certificate of registration of a computer program RU 2019619132, 07.07.2019 Application No. 2019613941 or 11 04 2019.

УДК 614.843

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЗАЖИМА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В. Е. ИВАНОВ, П. В. ПУЧКОВ, И. А. ЛЕГКОВА

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

Данная статья посвящена проблемам технического обслуживания пожарных напорных рукавов, а именно, проведению ремонта вышедшего из строя на пожаре рукава. Разрыв пожарных напорных рукавов на пожаре происходит из-за механических повреждений при прокладке магистральных и рабочих линий. При этом повышение рабочего давления в рукавной системе приводит к потерям огнетушащих веществ и появлению свищей, продольных и поперечных разрывов. В данной статье предлагается техническое решение, направленное на модернизацию ранее разработанной конструкции зажима для восстановления работоспособности пожарного напорного рукава диаметром 55 мм при его поперечном разрыве. С этой целью была разработана трехмерная модель зажима и проведен его прочностной анализ с помощью автоматизированного проектирования Autodesk Inventor. На основании результатов проведенных исследований и расчетов проведена конструктивная доработка и предложена новая конструкция зажима, которая имеет меньшие габаритные размеры и вес, а, следовательно, и металлоемкость; при этом обладает высокими показателями надежности и долговечности. Данное устройство позволит в кратчайшие сроки восстанавливать подачу огнетушащих веществ при повреждении напорных пожарных рукавов на пожаре.

Ключевые слова: пожарный рукав; повреждение; восстановление работоспособности; устройство; зажим; прочностной анализ.

DEVELOPMENT OF A RATIONAL CLAMP DESIGN FOR RESTORING THE PERFORMANCE OF PRESSURE FIRE HOSES

V. E. IVANOV, P. V. PUCHKOV, I. A. LEGKOVA

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: vitaliyivanov@yandex.ru

This article is devoted to the problems of maintenance of fire pressure hoses, namely, the repair of a hose that has failed in a fire. The rupture of fire pressure hoses in a fire occurs due to mechanical damage during the laying of main and working lines. At the same time, an increase in working pressure in the hose system leads to the loss of extinguishing agents and the appearance of fistulas, longitudinal and transverse ruptures. This article proposes a technical solution aimed at modernizing the previously developed design of the clamp to restore the functionality of a fire pressure hose with a diameter of 55 mm with its transverse rupture. For this purpose, a three-dimensional model of the clamp was developed and its strength analysis was carried out using the Autodesk Inventor computer-aided design system. Based on the studies and calculations, a structural refinement was carried out and a new clamp design was proposed, which has smaller overall dimensions and weight, and, consequently, metal consumption; at the same time, it has high indicators of reliability and durability. This device will allow you to quickly restore the supply of extinguishing agents in case of damage to pressure hoses in a fire.

Key words: fire hose; damage; recovery; device; clip; strength analysis.

Установлено, что напорные пожарные рукава используются значительно чаще, чем другие виды пожарного оборудования. При этом до 85% отказов пожарного оборудования приходится на долю пожарных напорных рукавов. Однако повышение срока службы пожарных напорных рукавов и уменьшение их дефицита на пожаре достигается не только разработкой новых износостойких материалов, покрытий и технологий для их создания, но и разработкой способов и устройств, позволяющих на пожаре в кратчайшие сроки провести ремонт вышедшего из строя рукава.

При тушении пожара напорные пожарные рукава подвергаются механическим воздействиям, в результате которых происходит повреждение рукава, что в свою очередь влечет снижение количества или полное прекращение подачи огнетушащих веществ, увеличение времени тушения пожара. Основными причинами выхода из строя пожарных напорных рукавов являются: абразивный износ, разрывы и проколы, прогары, порезы оболочки, отслоение внутреннего слоя и разъедание оболочки агрессивными веществами.

Разрыв пожарных напорных рукавов на пожаре происходит из-за механических повреждений при прокладке магистральных и рабочих линий. При этом повышение рабочего давления в рукавной системе приводит к потерям огнетушащих веществ и появлению свищей, продольных и поперечных разрывов.

Следует отметить, что каждая минута пожара приносит огромный материальный ущерб как самому зданию или сооружению, так и материальным ценностям, находящимся в нем. Поэтому чем скорее будет ликвидировано горение, тем меньший ущерб пожаром будет нанесен объекту. В настоящее время отсутствуют устройства, которые могли бы восстановить работоспособность рукавной линии при поперечном разрыве напорного рукава или при его порезе размером более 100 мм [1].

Проанализировав возможные причины отказов пожарных напорных рукавов на пожаре и современные способы устранения их неисправностей в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России была разработана конструкция нового устройства и изготовлен опытный образец. Данное устройство должно обеспечить оперативное восстановление подачи огнетушащих веществ при поперечном разрыве напорного рукава [2, 3]. Данное устройство представлено на рис. 1.

Достоинствами данного устройства являются: отсутствие прямых аналогов; надежность и простота использования; возможность дальнейшего использования поврежденного рукава при тушении пожара; долговечность. В

качестве недостатка данного устройства можно считать его область применения и достаточно большой вес. Данное устройство подходит только для одного тип-размера рукавов диаметром 55 мм.

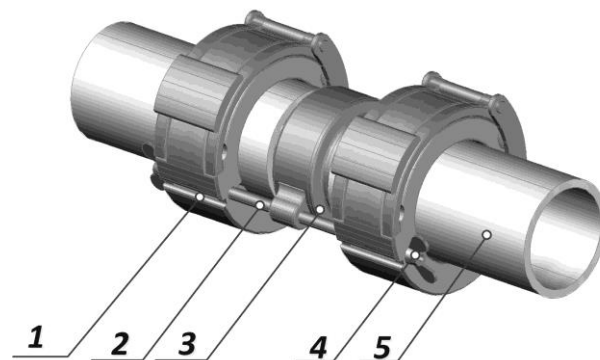


Рис. 1. Трехмерная модель устройства для восстановления работоспособности напорных рукавов (в собранном виде):

1 – зажим; 2 – ось; 3 – соединительная втулка с проушиной; 4 – винт «Барашек»; 5 – пожарный напорный рукав

Устройство для восстановления работоспособности напорных рукавов состоит из соединительной втулки с проушиной (3) и установленными на нее двумя зажимами (1) на общей оси (2) (рис. 1).

После опытной эксплуатации разработанного устройства возник вопрос по оптимизации конструкции зажимов данного устройства. Большой запас прочности зажима ведет к повышенной металлоемкости, увеличению массы изделия в целом и повышению себестоимости. Поэтому целью данной работы являлось усовершенствовать конструкцию зажима и нивелировать существующие недостатки. Для решения вопросов модернизации необходимо было решить следующие задачи [4, 5]:

1. Снизить излишнюю металлоемкость зажимов, сохранив прочность.
2. Снизить массу устройства за счет перфорации деталей зажима.
3. Уменьшить габариты устройства.

Для решения данных задач на первом этапе был произведен обзор современных систем автоматизированного проектирования с встроенными модулями прочностного расчета [6]. На основе проведенных аналитических исследований были выявлены достоинства и недостатки различных программных продуктов, как отечественного производства, так и зарубежного. Данные исследования позволили определить оптимальный программный продукт, который кроме модулей для прочностного

расчета имеет модуль генератора форм, данной программой является система автоматизированного проектирования Autodesk Inventor. Алгоритм расчета с помощью модуля генератора форм в программе Autodesk Inventor можно разделить на три этапа: на первом этапе разрабатывается трехмерная модель детали; на втором этапе готовая модель загружается в модуль расчета, где присваивается материал, задаются нагрузки и зависимости; на третьем этапе корректируется исходная модель на основании расчета.

В программе Autodesk Inventor была разработана трехмерная модель зажима. Да-

лее был произведен прочностной расчет и исследования в генераторе форм. Перед проведением исследований, разработанной детали присвоили материал Сталь 40 ГОСТ 2590-2006 (Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый), затем задали зависимости и приложенные силы (рис. 2а). Также были указаны области, которые необходимо исключить из расчета. В генераторе форм были настроены параметры сетки для обеспечения более точного расчета и заданы параметры для сокращения исходной массы детали в процентах. Результат выполненных расчетов в генераторе форм представлен на рис. 2б.

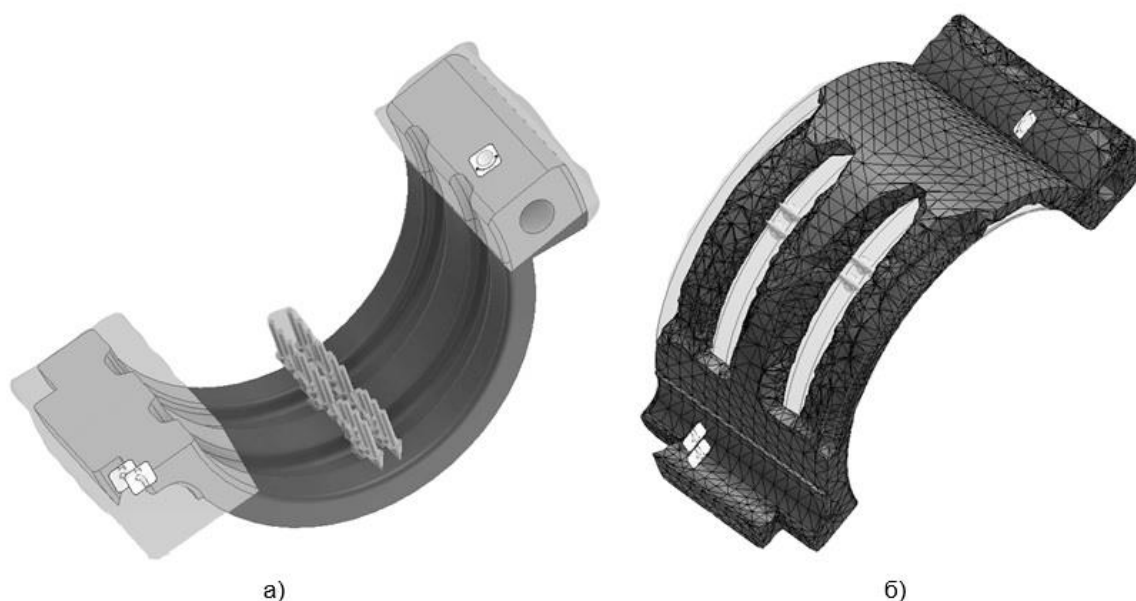


Рис. 2. Результат расчета детали в генераторе форм программы Autodesk Inventor: а – создание прочностного расчета, б – итоговый расчет с помощью генератора форм

При проведении исследований с помощью генератора форм программы Autodesk Inventor изменялись параметры сохранения исходной массы. Исследования проводились с шагом 5% снижения веса детали. С каждым шагом рассчитанная форма детали добавлялась в трехмерную модель, далее при включенном каркасном режиме отображения вида 3D-модель корректировалась в соответствии с расчетом [7]. Так как форма детали, ее вес и размер менялись, то после каждого шага производился прочностной анализ с вычислением напряжений, коэффициента запаса прочности, а также деформация детали при постоянном одинаковом нагружении. При этом допустимое напряжение для стали 40, согласно справочным данным, было принято 160 МПа. Исследования производились до превышения допустимых напряжений. По результатам

проведенных исследований была построена зависимость напряжений, возникающих в зажиме от оптимизации формы, выражающейся в снижении веса конструкции (рис. 3).

Как видно из графика, при доработке конструкции и снижении веса детали более чем на 65% возникают напряжения, превышающие допустимое напряжение в 160 МПа, что не допустимо для выбранного материала. Произведенные исследования позволили разработать новую конструкцию зажима. На рис. 4а и 4б представлены старая конструкция зажима и новая. Все трехмерные модели устройства после оптимизации в программе Autodesk Inventor, выполнены в трехмерной системе автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD.

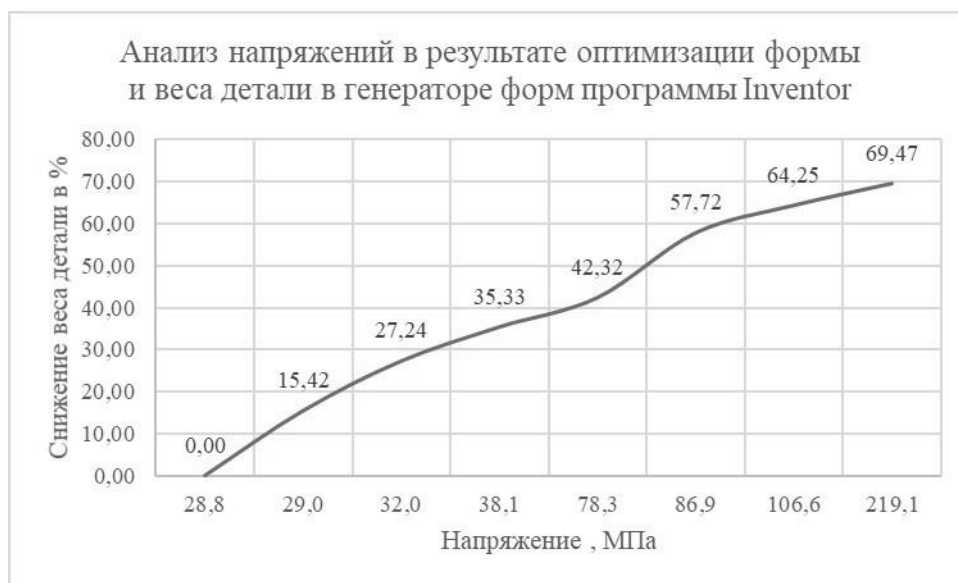


Рис. 3. Результаты исследований

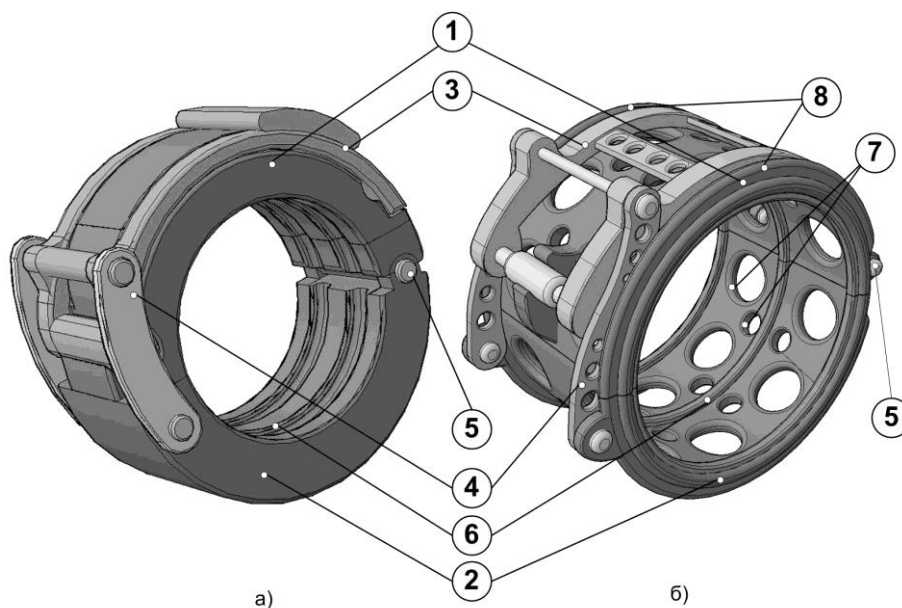


Рис. 4. Трёхмерная модель конструкции зажимов в положении «ЗАКРЫТО»:
 1 – верхнее полукольцо; 2 – нижнее полукольцо; 3 – прижимная скоба; 4 – кронштейн;
 5 – шарнир; 6 – оребрение; 7 – перфорация; 8 – ребра жесткости: а – зажим старого образца;
 б – зажим нового образца

Зажим нового образца (рис. 4б) имеет меньшую массу, а, следовательно, и металлоёмкость. В корпусе зажима предусмотрена перфорация для снижения веса конструкции. Перфорация не снижает прочности конструкции зажима, но при этом значительно снижает вес устройства. Также усовершенствована прижимная скоба зажима, она стала легче и компактнее [7]. В ходе работы была изменена

конструкция шарнира, обеспечивающего подвижность верхнего и нижнего полуколец.

После конструктивной доработки конструкции зажима устройства значительно уменьшились его габариты (рис. 5). Габаритные размеры старого и нового образца зажимов составляют 95 x 94 мм и 62 x 69 мм соответственно.

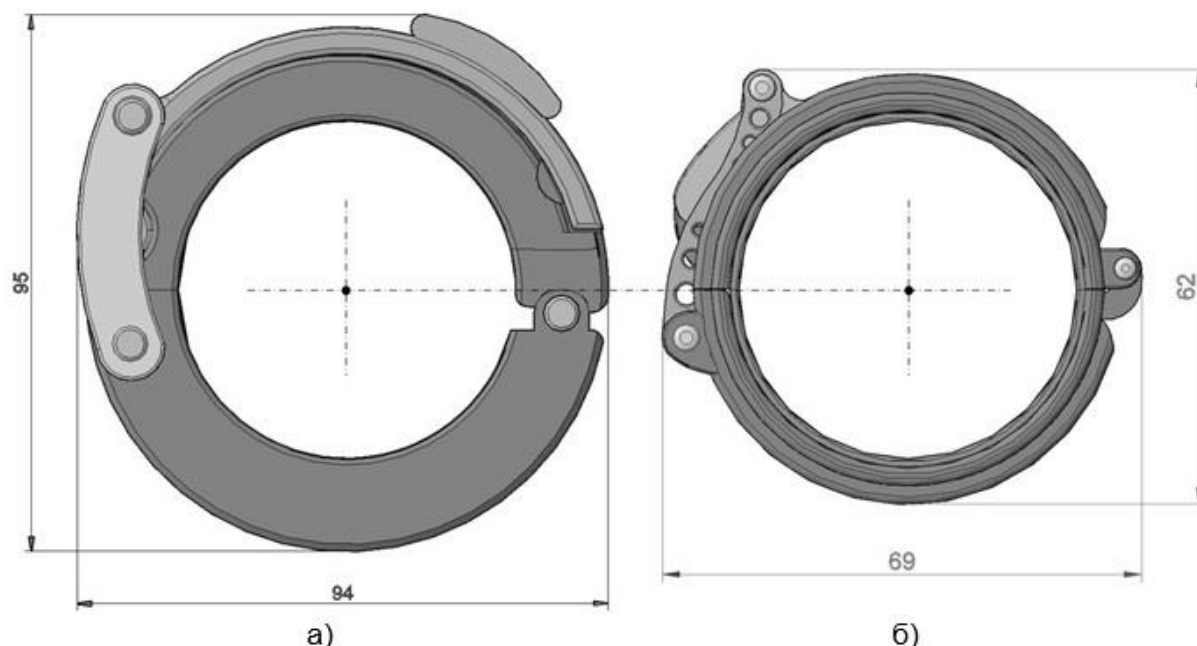


Рис. 5. Зажим в закрытом положении (главный вид): а – старого образца; б – нового образца

Соединительная втулка с проушиной поз.3 (рис. 1) на которую помещаются и фиксируются концы пожарных рукавов конструктивных изменений не претерпела.

На основании проведенных исследований и расчетов можно сделать вывод, что раз-

работанная конструкция зажима обладает высокими показателями надежности, металлоемкости и долговечности, и данное устройство позволит в кратчайшие сроки восстанавливать подачу огнетушащих веществ при повреждении напорных пожарных рукавов.

Список литературы

1. Пучков П. В., Иванов В. Е. Повышение долговечности соединительных рукавных головок напорных рукавов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 186–188.

2. Пучков П. В., Борисов Д. В. Разработка конструкции устройства для восстановления работоспособности рукавных систем на пожаре // Предупреждение. Спасение. Помощь: сборник материалов XXVII Международной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине создания гражданской обороны и 25-летию со дня образования Академии. Химки, 2017. С. 16–19.

3. Пучков П. В., Костяев А. А. Устройство для восстановления работоспособности рукавных систем на пожаре при поперечном разрыве напорного рукава // Современные по-

жаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 321–326.

4. Пучков П. В., Сукончиков А. А. Новые технические решения, направленные на повышение долговечности соединительных рукавных головок // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 240–242.

5. Иванов В. Е., Талашенко А. О. Современное оборудование для обслуживания и сушки пожарных рукавов // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. Часть I. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 521–522.

6. Легкова И. А., Зарубин В. П., Иванов В. Е. Использование трехмерной графики при изучении устройства узлов механизмов // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. Иваново, 2015. С. 140–143.

7. Иванов В. Е. Снижение металлоемкости конструкции средствами Autodesk Inventor // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 427–429.

References

1. Puchkov P. V., Ivanov V. E. Povysheniye dolgovechnosti soyedinitel'nykh rukavnykh golovok napornykh rukavov [Increasing the durability of connecting sleeve heads of pressure hoses]. *Aktual'nyye voprosy sovershenstvovaniya inzhenernykh sistem obespecheniya pozharnoy bezopasnosti ob»yektov: materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Godu grazhdanskoy oborony*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017, pp. 186–188.

2. Puchkov P. V., Borisov D. V. Razrabotka konstruksii ustroystva dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti rukavnykh sistem na pozhare [Development of a device design for restoring the performance of bag systems in a fire]. *Preduprezhdeniye. Spaseniye. Pomoshch': sbornik materialov XXVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-y godovshchine sozdaniya grazhdanskoy oborony i 25-letiyu so dnya obrazovaniya Akademii*. Khimki, 2017, pp. 16–19.

3. Puchkov P. V., Kostyayev A. A. Ustroystvo dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti rukavnykh sistem na pozhare pri poperechnom razryve napornogo rukava [Device for restoring the performance of bag systems in a fire when

the pressure hose is transversely ruptured]. *Sovremennyye pozharobezopasnyye materialy i tekhnologii: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Godu grazhdanskoy oborony*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2017, pp. 321–326.

4. Puchkov P. V., Sukonshchikov A. A. Novyye tekhnicheskiye resheniya, napravlennyye na povysheniye dolgovechnosti soyedinitel'nykh rukavnykh golovok [New technical solutions aimed at increasing the durability of connecting sleeve heads]. *Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sbornik materialov IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018, pp. 240–242.

5. Ivanov V. E., Talashchenko A. O. Sovremennoye oborudovaniye dlya obsluzhivaniya i sushki pozharnykh rukavov [Modern equipment for servicing and drying fire hoses]. *Pozharnaya i avariynaya bezopasnost': sbornik materialov XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Godu kul'tury bezopasnosti. Chast' I*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018, pp. 521–522.

6. Legkova I. A., Zarubin V. P., Ivanov V. E. Ispol'zovaniye trekhmernoy grafiki pri izuchenii ustroystva uzlov mekhanizmov [Using three-dimensional graphics in the study of the device nodes mechanisms]. *Agrarnaya nauka v usloviyakh modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 85-letiyu Ivanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii imeni D.K. Belyayeva*. Ivanovo, 2015, pp. 140–143.

7. Ivanov V. E. Snizheniye metalloyemkosti konstruksii sredstvami Autodesk Inventor [Reducing the metal content of the structure using Autodesk Inventor tools]. *Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov: sbornik materialov X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spatatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2019, pp. 427–429.

Иванов Виталий Евгеньевич

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

Ivanov Vitaly Evgenievich

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 tech. sciences, senior lecturer

E-mail: vitaliyivanov@yandex.ru

Пучков Павел Владимирович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: palpuch@mail.ru

Puchkov 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

candidate of tech. sciences, senior lecturer

E-mail: palpuch@mail.ru

Легкова Ирина Анатольевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент, доцент

E-mail: legkovai@mail.ru

Legkova Irina Anatolievna

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 tech. sciences, assistant professor, senior lecturer

E-mail: legkovai@mail.ru

УДК 004.415.2

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ВИДЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ В ОБЛАСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

И. А. МАЛЫЙ, В. В. БУЛГАКОВ, И. Ю. ШАРАБАНОВА, О. И. ОРЛОВ
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: edufire@mail.ru, vbulgakov@rambler.ru, sharabanova@bk.ru, orlov.iigps@gmail.com

Выполнение задач в области обеспечения безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации может быть реализовано с помощью программного обеспечения для мобильных устройств. Для исследования вопросов разработки мобильных приложений в целях комплексного информационного обеспечения граждан в области безопасности жизнедеятельности использовались статистические методы, методы анализа и синтеза, эмпирические методы и методы моделирования. С учетом положительного и отрицательного мирового опыта разработки и использования мобильных приложений в области безопасности жизнедеятельности разработана концепция, модель и макет программного продукта для мобильных устройств. Предложенный проект мобильного приложения направлен на обеспечение пользователя информационными ресурсами и оперативной связью с экстренными службами страны в независимости от времени и места нахождения.

Разработанный проект мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь» при его реализации и внедрении в систему безопасности страны позволит повысить защищенность граждан от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, эффективность деятельности подразделений, обеспечивающих безопасность и защиту населения, интерес населения к вопросам безопасности, а также будет способствовать распространению знаний в области безопасности жизнедеятельности, формированию культуры безопасности и развитию добровольчества.

Ключевые слова: мобильное приложение; обеспечение безопасности жизнедеятельности; вызов экстренных служб; коммуникация с информационной средой в области безопасности.

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM AS A MOBILE APPLICATION FOR COMPREHENSIVE ASSISTANCE TO POPULATION IN THE FIELD OF PREVENTION AND ELIMINATION OF EMERGENCIES

I. A. MALYJ, V. V. BULGAKOV, I. YU. SHARABANOVA, O. I. ORLOV
Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of
State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination
of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
E-mail: edufire@mail.ru, vbulgakov@rambler.ru, sharabanova@bk.ru, orlov.iigps@gmail.com

The implementation of tasks in the field of ensuring the safety of life of citizens of the Russian Federation can be implemented using software for mobile devices. Statistical methods, methods of analysis and synthesis, empirical methods and modeling methods were used to study the development of mobile applications in order to provide comprehensive information to citizens in the field of life safety. Taking into account the positive and negative world experience in the development and use of mobile applications in the field of life safety, the concept, model and layout of the software product for mobile devices has been developed. The proposed mobile app project is aimed at providing the user with information resources and operational communication with the country's emergency services, regardless of time and location.

Developed a mobile application project «Prevention, rescue, help» in its implementation and the introduction into the security system of the country will improve the security of citizens from emergency situations of natural and technogenic character, the performance of departments to ensure the safety and protection of the population, the population's interest in security issues, and will also facilitate the dissemination of knowledge in the field of life safety, building a culture of safety and development of volunteering.

Key words: mobile application; ensuring life safety; calling emergency services; communication with the information environment in the field of security.

Введение

Выполнение задач в области обеспечения безопасности граждан может быть реализовано с помощью программного обеспечения для мобильных устройств. Пользователями мобильных телефонов является около 95% жителей России [1, с.71] и рынок программных продуктов для мобильных устройств активно развивается, например, в 2017 году зафиксировано 175 млрд установок приложений на мобильные устройства¹.

Идея использование мобильных приложений для информирования граждан и вызова экстренных служб не нова, и в настоящее время имеются программные продукты, которые выполняют эти функции в той или иной мере. Например, во Франции создано мобильное приложение «Attack alert bomb» (отсутствует в Google Play), которое информирует абонентов о случаях террористических атак с использованием самодельных бомб [2, с.33]. В республике Беларусь функционирует программа «Помощь рядом» (более 100 тыс. установок в Google Play), предназначенная для экстренного вызова и передачи информации в МЧС, информирования граждан о неблагоприятных погодных условиях и явлениях, о правилах поведения в условиях различных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) [2, с.32]. В Российской Федерации разработано приложение «Мобильный спасатель» (отсутствует в Google Play), которое позволяет не только вызвать экстренные службы, но и определять место нахождения человека, который их вызвал [3, с.262]. Службой спасения Московской области разработано мобильное приложение «112 МО» (более 50 тыс. установок в Google Play), которое позволяет вызвать экстренную помощь

получить актуальную информацию о чрезвычайных происшествиях в регионе и инструкции по оказанию первой помощи и действиям в ЧС². Кроме того, разработаны и находятся в доступности различные программные продукты, включающие информационные ресурсы о правилах поведения людей в различных ЧС и правилах оказания первой медицинской помощи. Например, к таким программным продуктам относится, мобильное приложение «Первая помощь» (более 500 тыс. установок в Google Play), разработанное для организации «Российский красный крест»³. В зарубежных странах применяется приложение «First Aid» (более 50 тыс. установок в Google Play) и ряд других, реализующих тот же контент в области медицинской помощи⁴. В области безопасности жизнедеятельности также разработаны ряд мобильных приложений, которые в основном информируют пользователя о правилах поведения в той или иной ЧС [4; 5].

Цель исследования

МЧС России является органом, обеспечивающим безопасность граждан от ЧС природного и техногенного характера. Важным вопросом для МЧС России является коммуникация с гражданами, наличие возможности доведения информации до них и получение обратной связи для выполнения задач в области обеспечения безопасности.

² Google Play // Официальный сайт – 22.05.2020. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.mosreg.mo112> (дата обращения 22.05.2020).

³ Google Play // Официальный сайт – 22.05.2020. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cube.gdpc.fa&hl=ru> (дата обращения 22.05.2020).

⁴ Google Play // Официальный сайт – 22.05.2020. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.esteps.firstaid&hl=ru> (дата обращения 22.05.2020).

Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют такое взаимодействие организовать для предоставления возможности гражданам оперативно вызывать различные экстренные службы, информировать их о возникновении различных ЧС и правил поведения, пропагандировать культуру безопасности и предоставлять информацию и учебный материал для самостоятельной подготовки в области соблюдения требований безопасности в быту и в условиях ЧС, представлять возможность добровольно участвовать в оказании помощи иным гражданам, попавшим в трудное положение при возникновении ЧС. В Российской Федерации, за исключением приложений «Мобильный спасатель» (отсутствует в Google Play) и «112 МО» (более 50 тыс. установок в Google Play), которые не нашло широкого и массового распространения у населения, отсутствуют программные продукты для смартфонов позволяющие получать населению комплексную помощь и информирование в области безопасности, а также организовывать взаимодействие с экстренными службами. Целью исследования является с учетом положительного и отрицательного мирового опыта разработки и использования различных мобильных приложений в области безопасности, разработать концепцию и макет программного продукта для мобильных устройств, который обеспечит комплексный сервис пользователю в области обеспечения его информационными ресурсами и оперативной связью с экстренными службами страны в независимости от времени и места нахождения.

Материал и методы исследования

Для исследования вопросов информационного обеспечения граждан и разработки концепции и макета мобильного приложения в области безопасности использовались статистические методы, методы анализа и синтеза, эмпирические методы и методы моделирования. Для оценки обеспеченности граждан мобильными устройствами, для вызова экстренных служб и коммуникации с информационной средой в области безопасности, проведен анализ статистических данных по распространению смартфонов среди населения Российской Федерации. Для разработки концепции, модели и проекта мобильного приложения, проведен обзор имеющихся программных продуктов в области обеспечения безопасности граждан. Проведен анализ их функциональных возможностей и

востребованности у пользователей. С учетом имеющегося опыта применения мобильных приложений, их функционала, а также необходимости комплексного обеспечения безопасности граждан посредством применения ими мобильных устройств, разработана концепция, модель и проект мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь», включающий макет визуализации и функционала.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно⁵ к перечню экстренных оперативных служб относятся служба пожарной охраны, служба реагирования в ЧС, полиция, служба скорой медицинской помощи, аварийная служба газовой сети, служба «Антитеррор». Например, по данным Службы спасения 112 Московской области⁶ в 2018 году количество вызовов экстренных служб составило 1956607, что на 21 % больше, чем в 2017 году. Помимо возможности вызова экстренных служб населению необходимо получать информацию о потенциальных угрозах, связанных с возникновением и развитием ЧС. Опросы общественного мнения показывают, что люди в 98% случаев готовы получать на свои мобильные телефоны оповещения при ЧС [2, с.30]. Таким образом, система вызова экстренных служб необходима для граждан, которые ею активно пользуются, а получение актуальной информации в области безопасности, получаемой на мобильные устройства, является также востребованной услугой. Следовательно, разработка мобильных приложений, позволяющих реализовать функции вызова экстренных служб, получения информации о возможных и возникших ЧС, а также получения знаний в области безопасности

⁵ Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2004 года № 894 «Об утверждении перечня экстренных оперативных служб, вызов которых круглосуточно и бесплатно обязан обеспечить оператор связи пользователю услугами связи, и о назначении единого номера вызова экстренных оперативных служб» // Информационно-правовая система Гарант – официальный сайт – 22.05.2020. URL: <https://base.garant.ru/187754/> (дата обращения 22.05.2020).

⁶ Система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Московской области // Служба спасения 112 Московской области - официальный сайт – 22.05.2020. URL: <https://112.mosreg.ru/data/uploads/presentation.pdf> (дата обращения 22.05.2020).

жизнедеятельности, является актуальной задачей. Для ее решения предложен проект мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь» для смартфонов, который обеспечивает:

- быстрый вызов экстренных служб;
- получения инструкций поведения и действий на случай различных ЧС;
- оповещение населения о возникновении ЧС и представление рекомендаций поведения;

- предложение помощи гражданам, попавшим в ЧС со стороны неравнодушных граждан и волонтеров;
- самостоятельную подготовку граждан к действиям в ЧС;
- реализацию игровых форм обучения в области безопасности;
- пропаганду культуры безопасности и волонтерства среди населения страны.

Концептуальная модель проекта мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь» представлена на рис. 1.

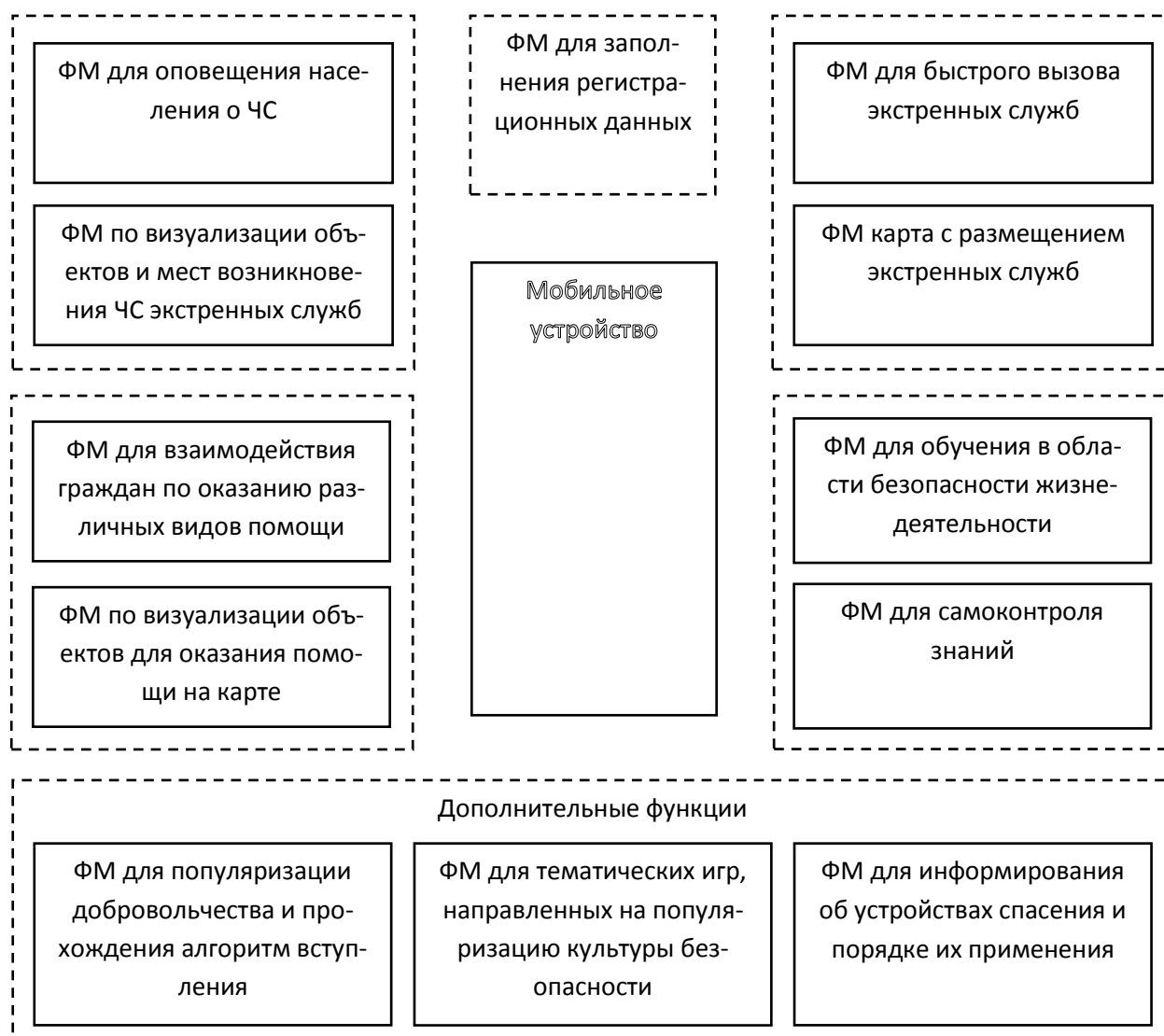


Рис. 1. Концептуальная модель проекта мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь»

Для обеспечения функционирования мобильного приложения и информирования экстренные и чрезвычайные службы о пользователе для оказания ему всех видов помощи необходимо ввести основные

сведения о владельце мобильного телефона в специальный функциональный модуль «Заполнение регистрационных данных» (рис. 2).



Рис. 2. Функциональный модуль «Заполнение регистрационных данных»

Информация о пользователе телефона необходима в случае его бессознательного состояния или недееспособности для его идентификации и исключения нанесения вреда при оказании медицинской помощи. Данный функциональный блок позволит при наличии доступа к телефону в случае недееспособности владельца оказать ему первую медицинскую помощь с учетом введенной им информации о группе крови, о видах лекарственных препаратов, которые ему противопоказаны. Кроме того, наличие данных о фамилии, имени, отчестве, адреса проживания или телефонов родственников, позволит оперативно определить личность пострадавшего и связаться с его родственниками или близкими людьми.

Функциональный модуль «Основное меню» (рис. 3) позволяет пользователю:

- получать оповещение о возникших ЧС;
- оперативно вызвать экстренные службы;
- получать информацию на карте о местах размещения экстренных служб;

- получать предложения о помощи со стороны иных граждан и волонтеров или предлагать личную помощь нуждающимся;
- получать доступ к учебному материалу для самостоятельной подготовки в области возникновения и развития различных ЧС, правил поведения и мер безопасности;
- получать доступ к учебному материалу для самостоятельной подготовки в области оказания первой медицинской помощи;
- получать предупреждения о неблагоприятных погодных и природных явлениях;
- пользоваться дополнительными функциями, включающими игровые формы обучения в области безопасности.



Рис. 3. Функциональный модуль «Основное меню»

Функциональный модуль «Оповещение населения о чрезвычайных ситуациях» (рис. 4) предназначен для информирования населения по видам ЧС в режиме реального времени.



Рис. 4. Функциональный модуль «Оповещение населения о ЧС»

На экране функционального блока отражается текст оповещения, в том числе о виде возникшей ЧС, месте ее возникновения, с указанием территории и/или объекта, с отражением на карте и его адреса. Для информирования пользователя о действиях в условиях ЧС отражаются конкретные рекомендации, позволяющие гражданину обезопасить себя и находящихся рядом людей или снизить риск получения ущерба здоровью и объектам личной собственности. Кроме того, на карте отражаются места размещения экстренных служб, находящихся в районе ЧС, для возможности обращения в них для помощи.

Функциональный модуль «Быстрый вызов экстренных служб» (рис.5) предназначен для вызова пожарной охраны, полиции, скорой помощи, газовой службы и иных служб или абонентов, которых пользователь определяет самостоятельно в зависимости от его потребности в экстренной связи. Данный функциональный блок включает телефоны экстренных служб, которые функционируют в зарубежных странах и позволяет передать для них информацию в виде голосового или текстового сообщения на соответствующем иностранном языке о проблеме и потребности в помощи.

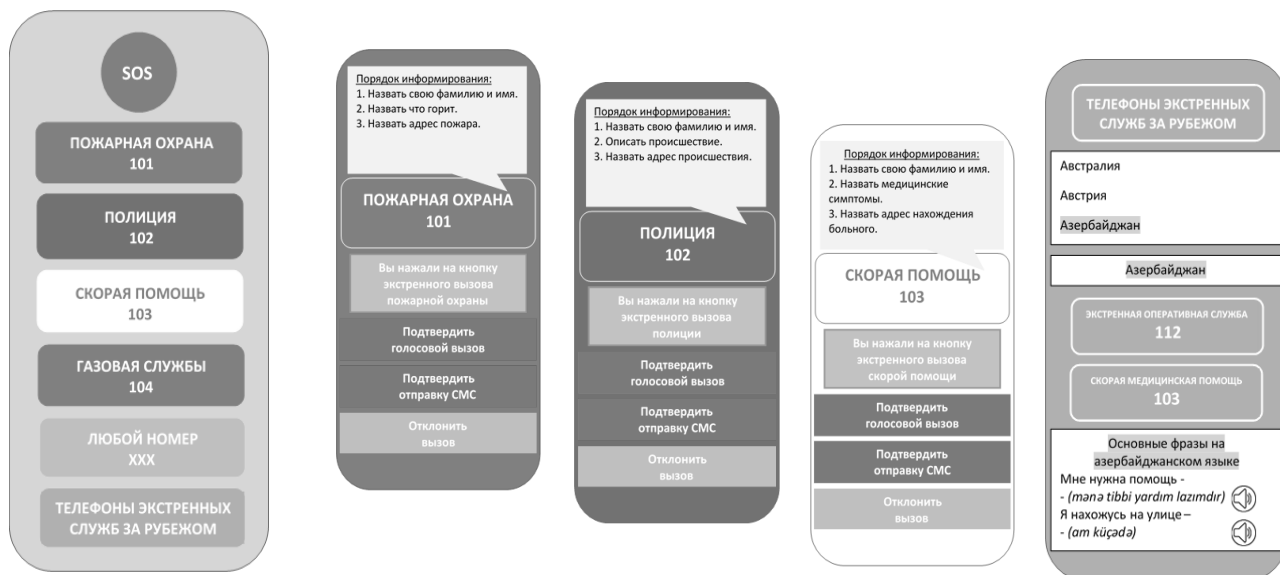


Рис. 5. Функциональный модуль «Быстрый вызов экстренных служб»

Функциональный модуль «Карта с размещением экстренных служб» (рис. 6) предназначен для информирования пользователя о его месте нахождения и местах размещения пожарных частей, медицинских организаций, полиции и других

экстренных служб, с указанием их адреса. Функциональный блок включает карту местности с функцией масштабирования, а также возможность поиска на ней ближайших объектов экстренных служб.

Функциональный модуль «Взаимодействие граждан для оказания различных видов помощи» (рис. 7) предназначен для оказания помощи со стороны неравнодушных граждан и волонтеров в случае возникновения ЧС. Каждый пользователь, оказавшийся в месте ЧС, должен иметь возможность просмотреть виды помощи, которые ему могут быть оказаны

(автомобильный транспорт, продукты питания, одежда и продукты первой необходимости, жилье), выбрать требуемую помощь, посредством связи с волонтером или иным гражданином, предлагающими ее. Также на карте должна быть размещена информация о месте, где может быть оказана помощь, с указанием адреса и телефона для связи.



Рис. 6. Функциональный модуль «Карта с размещением экстренных служб»



Рис. 7. Функциональный модуль «Взаимодействие граждан для оказания различных видов помощи»

Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности» (рис. 8, 9, 10) предназначен для информирования и обучения пользователя мерам безопасности и действиям при возникновении различных ЧС (рис. 8), оказанию первой медицинской помощи (рис. 9), в области опасных явлениях в природе, городской среде и в быту (рис. 10). Контент функционального модуля должен включать ЧС природного и техногенного характера, которые наиболее часто угрожают жизни и здоровью граждан, а также приносят наибольший материальный ущерб при их реализации. Например, в качестве основных ЧС должны рассматриваться природные и техногенные пожары, признаки их

возникновения, необходимые действия и меры безопасности. Функциональный модуль должен включать по каждому разделу возможность самоконтроля знаний посредством прохождения теста и получения оценки.

Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности» включает также информирование пользователя об опасных факторах воздействия на здоровье человека, которые могут привести к его нарушению, а также рекомендации по мерам безопасности и оказанию первой помощи себе или иным гражданам, получившим травмы (рис. 9).

Для качественного информирования пользователей должны быть представлены видео- и фотоматериалы, которые демонстрируют порядок оказания первой помощи в зависимости от вида травмы и ее

тяжести. Функциональный модуль должен включать по каждому разделу возможность самоконтроля знаний посредством прохождения теста и получения оценки.

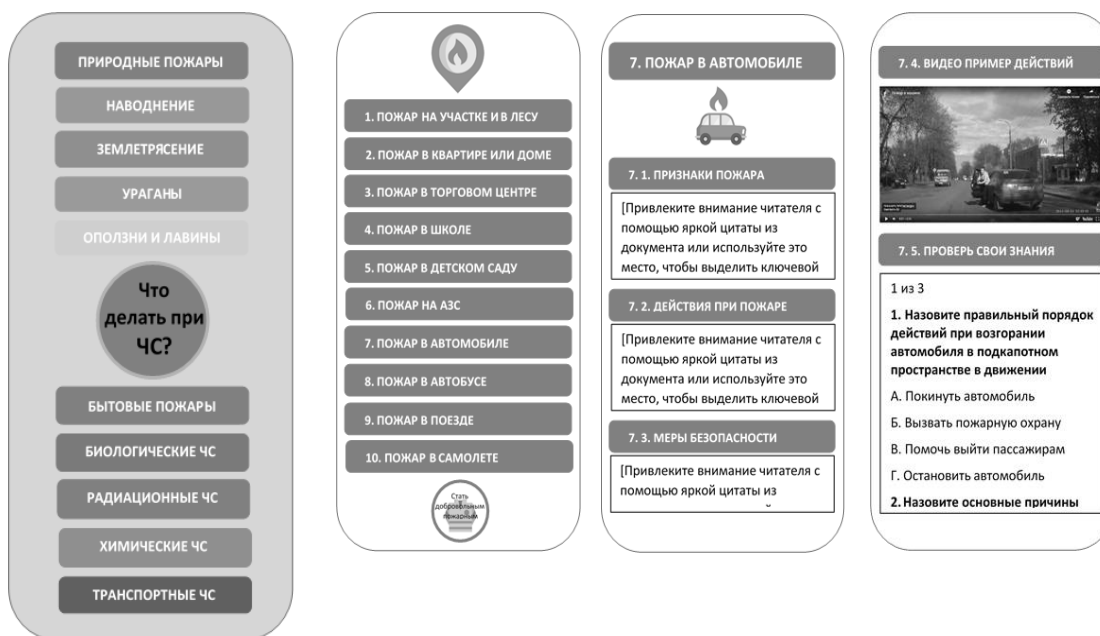


Рис. 8. Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности (меры безопасности и действия при ЧС)»

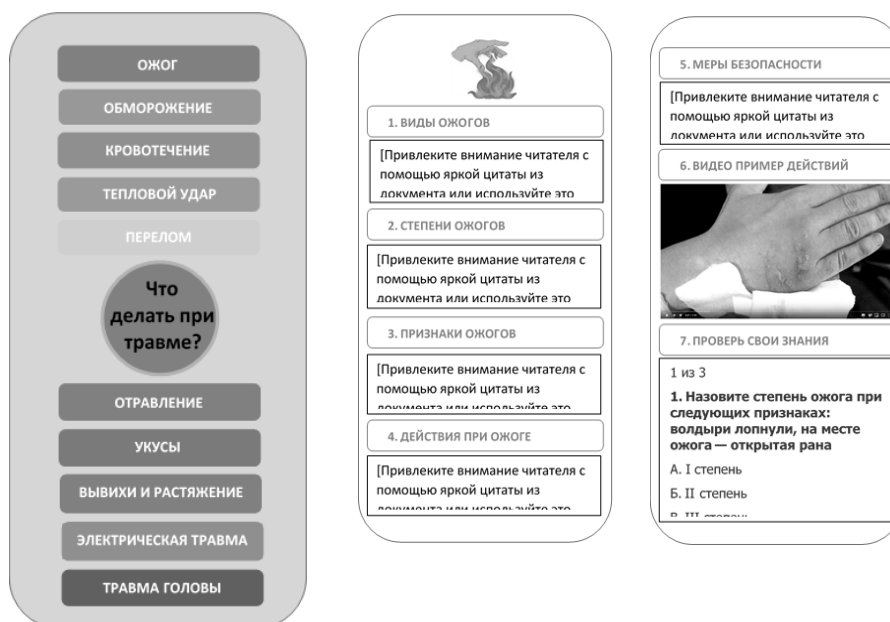


Рис. 9. Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности (оказание первой помощи)»

Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности» предназначен также для информирования

пользователя об опасных явлениях, которые могут в природе, городской среде и в быту привести к травмированию человека (рис. 10).

Для каждого вида опасных природных, техногенных и бытовых явлений должны быть представлены меры безопасности и порядок действий в случае их возникновения. По

каждому виду опасных явлений пользователь должен иметь возможность проверки своих знаний посредством прохождения теста и получения оценки.

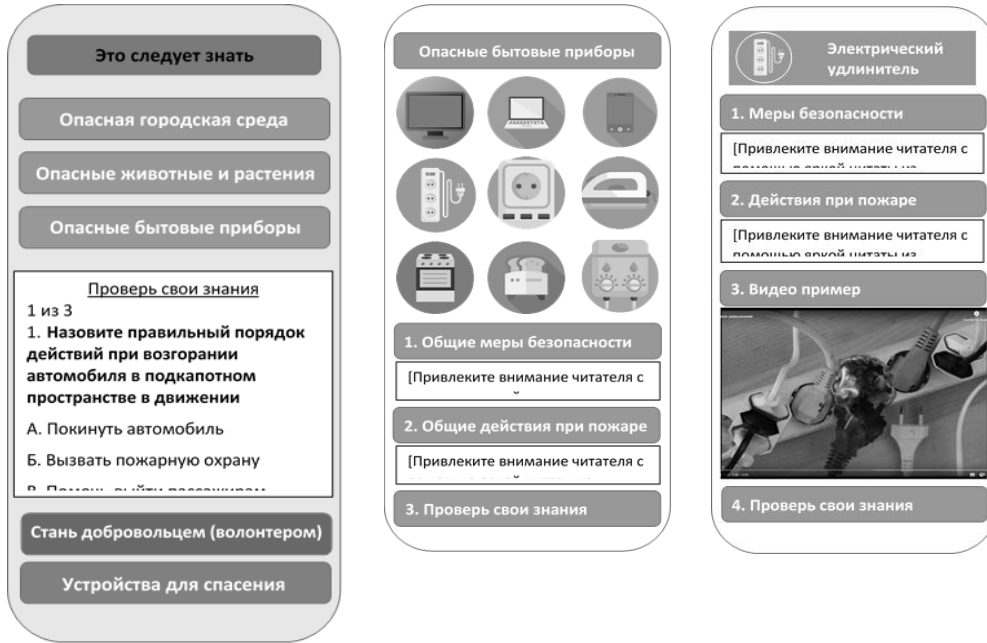


Рис. 10. Функциональный модуль «Обучение в области безопасности жизнедеятельности (информирование об опасных явлениях в природе, городской среде и в быту)»

Функциональный модуль «Дополнительные функции» (рис. 11) предназначен для размещения тематических игр, информирования об устройствах спасения, популяризации добровольчества и информирования о порядке вступления в

волонтеры, а также предоставления возможности для оказания благотворительной помощи организациям и гражданам, выполняющим функции в области безопасности жизнедеятельности.

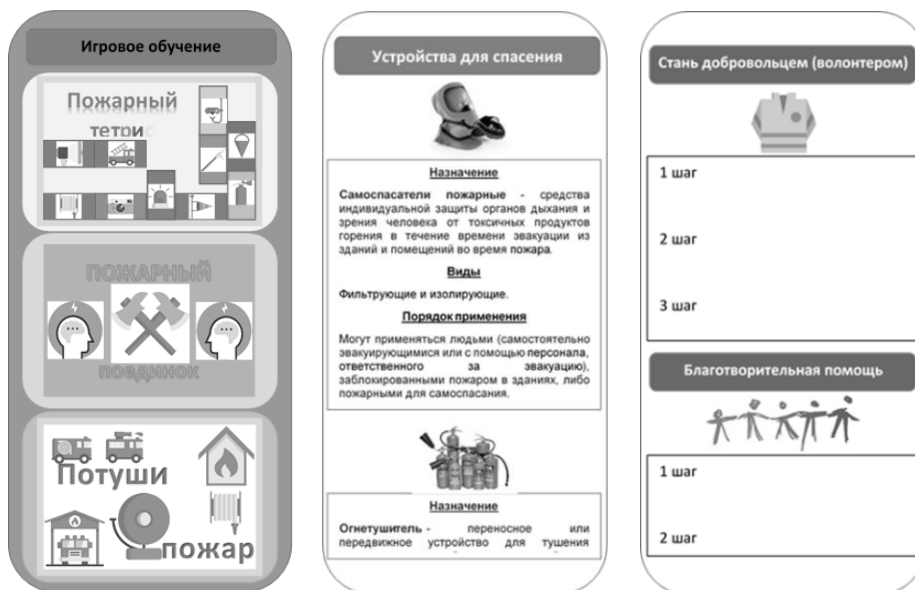


Рис. 11. Функциональный модуль «Дополнительные функции»

Тематические игры способствуют популяризации культуры безопасности и деятельности пожарной охраны, пропаганде соблюдения требований пожарной безопасности. Важным аспектом подготовки граждан в области безопасности жизнедеятельности является информирование их о применяемых средствах спасения и ликвидации пожаров, а также правилах пользования ими в условиях ЧС. Для популяризации добровольчества важную роль играет информирование граждан о данном виде деятельности и порядке вступления в ряды добровольцев. Наличие дополнительных функций в предлагаемом мобильном приложении должно способствовать распространению культуры безопасности среди граждан страны, развитию института добровольчества для оказания помощи людям, попавшим в беду.

Заключение

Развитие в Российской Федерации мобильного интернета, распространение и доступность мобильных устройств позволяет за счет применения информационно-коммуникационных технологий активно внедрять и распространять различные методы повышения безопасности граждан.

Предложенный проект мобильного приложения «Предотвращение, спасение, помощь» при его реализации и внедрении в систему безопасности страны позволит повысить защищенность граждан от ЧС природного и техногенного характера, эффективность деятельности подразделений, обеспечивающих безопасность и защиту населения, интерес граждан к вопросам безопасности, что будет способствовать распространению знаний, формированию культуры безопасности и развитию добровольчества среди неравнодушных граждан страны.

Список литературы

1. Куликова О. М., Суворова С. Д. Оценка состояния рынка мобильных устройств // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2020. № 1(43). С. 66–72.
2. Цуриков А. Н., Ракитская Е. А. Мобильные приложения для оповещения об экстренных ситуациях // *Научное обозрение. Технические науки*. 2018. № 5. С. 30–36.
3. Заряева Н. П., Филин А. И. Мобильный помощник на службе у спасателей // *Пожарная безопасность: проблемы и перспективы*. 2018. Т. 1. № 9. С. 261–264.
4. Ничепорчук В. В., Ноженков А. И., Коробко А. А. Мобильные приложения мониторинга безопасности жизнедеятельности // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2018. № 4(25). С. 60–65.
5. Мобильные приложения на службе пожарной безопасности / А. И. Овсяник [и др.] // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. 2020. № 1. С. 75–80.

References

1. Kulikova O. M., Suvorova S. D. Ocenka sostoyaniya rynka mobil'nyh ustrojstv [Assessment of the mobile device market]. *Innovacionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*, 2020, vol. 1(43), pp. 66–72.
2. Curikov A. N., Rakitskaya E. A. Mobil'nye prilozheniya dlya opoveshcheniya ob ekstrennyh situacijah [Mobile apps for emergency notification]. *Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki*, 2018, vol. 5, pp. 30–36.
3. Zaryaeva N. P., Filin A. I. Mobil'nyj pomoshchnik na sluzhbe u spasatelej [Mobile assistant in the service of rescuers]. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy*, 2018, vol. 1, issue 9, pp. 261–264.
4. Nicheporchuk V. V., Nozhenkov A. I., Korobko A. A. Mobil'nye prilozheniya monitoringa bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Mobile applications for life safety monitoring]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, 2018, vol. 4 (25), pp. 60–65.
5. Mobil'nye prilozheniya na sluzhbe pozharnoj bezopasnosti [Mobile apps for the fire safety service] / A. I. Ovsyanik [et al.]. *Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya*, 2020, vol. 1, pp. 75–80.

Малый Игорь Александрович

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

Malyj Igor Aleksandrovich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate Professor, head of the Academy

E-mail: edufire@mail.ru

Булгаков Владислав Васильевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника академии – начальник института профессиональной подготовки

E-mail: vbulgakov@rambler.ru

Bulgakov Vladislav Vasilyevich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate Professor, deputy head of the Academy – head of the Institute of professional training

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of medical sciences, associate Professor, deputy head of the Academy for scientific work

E-mail: sharabanova@bk.ru

Орлов Олег Иванович

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, начальник научно-технического отдела

E-mail: orlov.iigps@gmail.com

Orlov Oleg Ivanovich

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, head of scientific-technical Department

E-mail: orlov.iigps@gmail.com

УДК 614.8.084

МАГНИТНАЯ БУРЯ КАК ИСТОЧНИК АВАРИЙ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ РФ

С. Н. МАСАЕВ, Д. А. ЕДИМИЧЕВ, А. А. СЕРЕДКИНА, Е. А. РУФ
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, институт нефти и газа,
Российская Федерация, г. Красноярск

E-mail: faberi@list.ru, edimichev@inbox.ru, alina.seriodkina@yandex.ru, lenarroof@mail.ru

Состояние человека напрямую влияет на качество работы, которую он выполняет. Рассмотрено влияние магнитных бурь на нарушение состояния здоровья, психики человека, при которых происходит нарушение правил пожарной и промышленной безопасности на нефтеперерабатывающих заводах. Методом корреляционно-регрессионного анализа выполнен расчет влияния количества магнитных бурь на количество аварий на нефтеперерабатывающих заводах. Рассчитаны: средняя величина, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, число групп, длину интервала, коэффициент корреляции, среднюю квадратичную ошибку коэффициента корреляции, рассчитано регрессионное уравнение. Проверена гипотеза влияния магнитных бурь на количество аварий на нефтеперерабатывающих заводах с вероятностью 95%. Точность расчетов подтверждена аварией 9 января 2020 года в 16.55 ч. в Ухте на нефтеперерабатывающем заводе ООО «ЛУКОЙЛ - Ухтанефтепереработка» где произошел взрыв и пожар.

Ключевые слова: Магнитная буря, авария, нефтеперерабатывающий завод, корреляционно-регрессионный анализ, психология, здоровье человека, лукойл.

MAGNETIC STORM AS A SOURCE OF ACCIDENTS IN OIL REFINING PLANTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

S. N. MASAEV, D. A. EDIMICHEV, A. A. SEREDKINA, E. A. RUF
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»,
Russian Federation, Krasnoyarsk

E-mail: faberi@list.ru, edimichev@inbox.ru, alina.seriodkina@yandex.ru, lenarroof@mail.ru

The condition of a person directly affects the quality of the work that he performs. The influence of magnetic storms on the violation of the state of health, the human psyche, in which there is a violation of the rules of fire and industrial safety at oil refineries, is considered. Using the method of correlation and regression analysis, we calculated the influence of the number of magnetic storms on the number of accidents at oil refineries. The following values were calculated: mean value, standard deviation, coefficient of variation, number of groups, interval length, correlation coefficient, mean square error of the correlation coefficient, the regression equation was calculated. The hypothesis of the influence of magnetic storms on the number of accidents at oil refineries with a probability of 95% is tested. The accuracy of the calculations was confirmed by the accident on January 9, 2020 at 16.55 hours in Ukhta at the refinery of LLC LUKOIL - Ukhtaneftepererabotka where an explosion and fire occurred.

Keywords: Magnetic storm, accident, oil refinery, correlation regression analysis, psychology, human health, Lukoil.

Введение

На территории Российской Федерации действует 32 нефтеперерабатывающих завода (далее по тексту НПЗ) [1].

По статистическим данным в России средняя частота пожаров, по всем объектам и отраслям нефтеперерабатывающей промышленности, составляет 12 пожаров в год [2, 3]. Очень опасным для возникновения пожара является весенне-летний период.

Основная причина, способствующая возникновению пожаров в резервуарных пар-

ках на территории России – это сам человек. Так как значительная часть пожаров и взрывов на резервуарах происходит при их подготовке к проведению ремонтных и огневых работ.

Источниками зажигания при проведении этих работ могут быть: искры от электрооборудования, расположенного близко к резервуару; выхлопные газы от используемой для откачки техники; наличие капель расплавленного металла; неосторожное обращение с огнем, допущенное при ремонте резервуаров.

Причина этих аварий – это целая совокупность обстоятельств, каждое из которых само по себе не могло инициировать аварию, крупный пожар, и только их сочетание приводит к серьезным последствиям.

Сразу отметим, что влияние магнитных бурь на человека научно не доказано, т.е. нет однозначного мнения и крупных исследований на эту тему. Однако, в эти дни увеличивается количество жалоб на самочувствие от людей в медицинские учреждения. Дело в том, что при магнитной буре повышается вязкость крови и ухудшается газообмен, уменьшается количество кислорода в крови, сокращается выработка мелатонина. У человека развивается стресс в явной или не заметной для самого человека форме. Организм тратит значительные ресурсы на адаптацию к стрессу. Самым чувствительным органом человека к кислородному голоданию является его мозг. Следствием может быть: повышенная раздражимость, ослабление памяти, беспокойный сон, а также повышенная утомляемость. Все это может повлиять на точность выполняемых работ и на несоблюдение необходимых мер пожарной и промышленной безопасности.

Тогда актуально рассмотреть вопрос о том, является ли геомагнитная активность солнца (далее по тексту магнитные бури) фактором, влияющим на человеческий организм на психику человека, при которых происходит нарушение правил пожарной и промышленной безопасности на объекте.

Цель работы: рассчитать влияние магнитных бурь на психологическое состояние работников, приводящее к авариям на нефтеперерабатывающих заводах.

Материал и методы исследования

Использовался корреляционно-регрессионный анализ. Это достаточно известный и хорошо описанный метод [4], где через коэффициент корреляции и его значимость определяется влияние одного параметра на другой.

Формула коэффициента корреляции:

$$r_{XY} = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}, \quad (1)$$

где r_{XY} – коэффициент корреляции; cov_{XY} – ковариация переменных X и Y ; σ_X и σ_Y – стандартное отклонение переменных X и Y ; \bar{X} и \bar{Y} – среднее значение X и Y .

Значение коэффициента может меняться от -1 до +1. Если значение близко к единице или минус единице – значит, два явления сильно взаимосвязаны. Околонулевые значения, в свою очередь, говорят об отсутствии какой-либо зависимости между явлениями.

Значимость линейного коэффициента корреляции проверяется на основе t-критерия Стьюдента:

$$t = \sqrt{\frac{r^2}{1-r^2}} \cdot (n-2) = \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}. \quad (2)$$

Если $t > t_{кр}$ при $(P, n-2)$, то линейный коэффициент корреляции значим и значима статистическая связь X и Y .

Расчет выполнялся с помощью компьютерной программы Excel.

Эксперимент

Сформирован временной ряд аварий, произошедших с 2009 по 2019 гг. на нефтеперерабатывающих заводах РФ, было их зарегистрировано 63, средняя частота пожаров на НПЗ составила 6 пожаров в год. Количество магнитных бурь в России за 11 лет (с 2009 по 2019 гг.) насчитывается 345.

Представим данные произошедших аварий и магнитных бурь в виде графика (рис. 1).

По графику можно сказать, что магнитных бурь в эти года случалось в несколько раз больше, чем аварий на нефтеперерабатывающих заводах. И не всегда магнитные бури влияли на аварии, к примеру, в 2019 году магнитных бурь не было, но авария, как показано, была (рис. 1).

Сгруппируем статистику аварий в России за период с 2009 года по 2019 год по дням недели (табл. 1). Для построения регрессионной модели введем в рассмотрение две величины: x – магнитные бури (факторный признак); y – аварии (результативный признак).

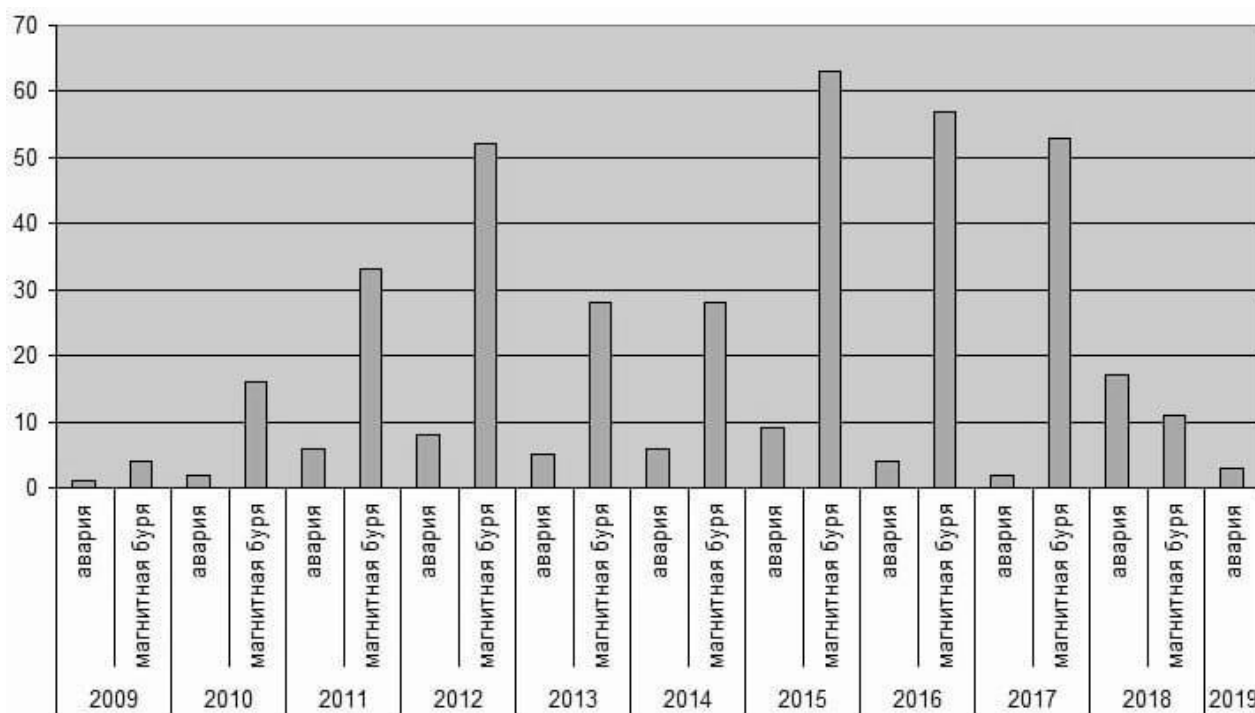


Рис. 1. Количество аварий и магнитных бурь с 2009-2019гг.

Таблица 1. Количество магнитных бурь и аварий по дням недели

День недели	Авария	Магнитная буря
Понедельник	9	49
Вторник	7	54
Среда	16	60
Четверг	9	46
Пятница	7	47
Суббота	7	46
Воскресенье	8	43
Общий итог	63	345

Из рис. 2 видно, на первый взгляд, что количество вспышек влияет на количество аварий, происходящих на нефтеперерабатывающих заводах РФ. Для подтверждения это зависимости с научной точки зрения выполним стандартные расчеты корреляционно-регрессионного анализа [4]:

- среднюю величину $\bar{x} = 49,3$;
- рассчитаем среднеквадратическое отклонение $\sigma_x, \sigma_x = 25$;
- коэффициента вариации $V_x = 10,5\%$ (выборка однородна);
- число групп равно 4;
- длина интервала $i = 4,25$;
- проверяем гипотезу влияния магнитных бурь на количество аварий на нефте-

перерабатывающих заводах при $P = 0,95$, $k = 7 - 2 = 5$, $t_{табл} = 2,10$;

- линейный коэффициент корреляции равен $r = 0,73$;
- среднюю квадратичную ошибку коэффициента корреляции $\sigma_r = 0,23$.

Имеем $\frac{|r|}{\sigma_r} = t_{расч} > t_{табл}$ – критерия

(3,64 > 2,10). Итак, получаем существенную значимость коэффициента корреляции.

Построим регрессионную модель линейной зависимости исходных данных в виде $\hat{y} = a + bx$. Вычислим необходимые параметры связи: a и b .

$$a = \frac{\sum x_i \sum y_i - n \sum x_i y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} = 0.408,$$

$$b = \frac{\sum x_i \sum x_i y_i - \sum x_i^2 \sum y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} = -11.1088.$$

Получаем зависимость следующего вида (рис. 3) $\hat{y} = 0.48x - 11.11$.

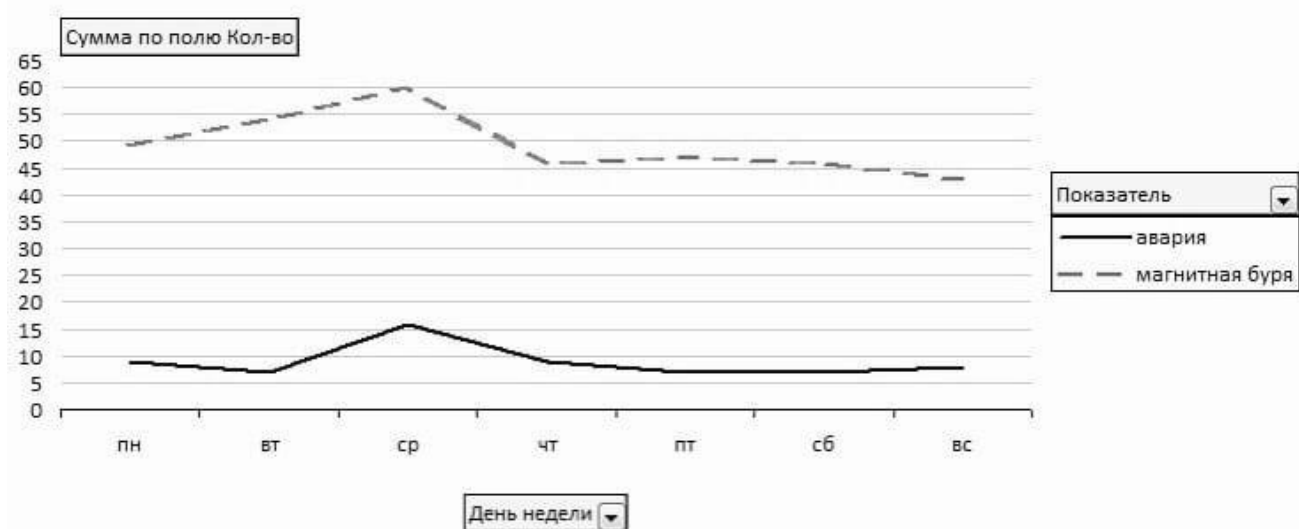


Рис. 2. График аварий и магнитных бурь по дням недели

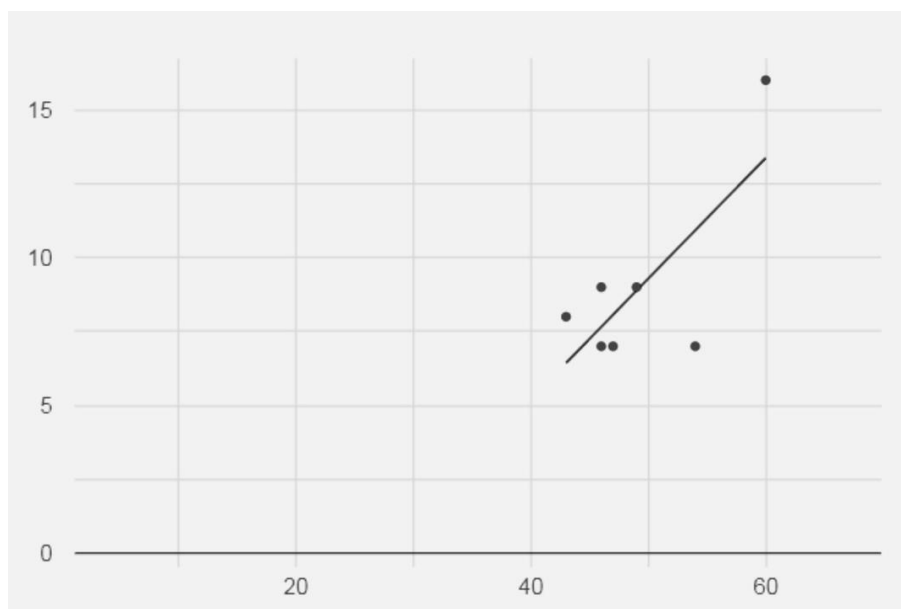


Рис. 3. Диаграмма рассеяния

Полученное уравнение регрессии можно использовать для планирования среднего числа аварий на заданном интервале времени и, следовательно, определять размер сил и средств, которое необходимо задействовать на их ликвидацию^{1,2,3}.

¹ Статистика пожаров на объектах нефтегазовой отрасли: – URL: https://studwood.ru/2057368/bzhd/statistika_pozharov_obektah_neftegazovoy_otrasli (Дата обращения: 24.01.2020).

² Статистика пожаров - Пожарная безопасность резервуарных парков: – URL:

Обсуждение результатов

9 января 2020 года в 16.55 ч. в Ухте на нефтеперерабатывающем заводе ООО «ЛУКОЙЛ–Ухтанефтепереработка» произошел взрыв и пожар, ликвидировали его только к утру 10 января. Пожару присвоен повышенный ранг сложности – ранг №3. На место пожара

https://vuzlit.ru/115716/statistika_pozharov (Дата обращения: 24.01.2020).

³ Пожары и взрывы на промышленных предприятиях в России в 2018-2019 годах: – URL: <https://ria.ru/20190116/1549440149.html> (Дата обращения: 24.01.2020).

были направлены подразделения ГУ МЧС России по Республике Коми в составе 78 человек, 18 единиц техники и 1 пожарный поезд. Горела установка по переработке дизельного топлива, площадь пожара 1 тыс. кв.м. При пожаре пострадал один работник завода. Причиной пожара могло стать нарушение технологического процесса, так как перед пожаром произошло два технологических взрыва.

Данная авария произошла в четверг, в один из опасных дней, когда человек подвержен влиянию магнитных бурь. Анализ магнитных бурь показал, что 3 и 5 января были сильные магнитные бури. А 10 января была слабая магнитная буря G1 (слабая буря, а именно 2 балла).

Заключение

Выполнены следующие задачи: проведена однородность выборки, проверены данные на соответствие нормальному закону распределения, выполнена аналитическая группировка данных, рассчитан коэффициент корреляции, вычислили среднюю квадратичную

ошибку коэффициента корреляции, построить регрессионную модель линейной зависимости.

Цель, поставленная в начале работы: рассчитать влияние магнитных бурь на психологическое состояние работников, приводящее к авариям на нефтеперерабатывающих заводах, выполнена. В результате проведенного исследования, можно сделать вывод, что данная работа актуальна, ее можно продолжать для других объектов промышленности. Задачи решены, цель достигнута, гипотеза подтвердилась. Мы получили значение коэффициента корреляции 0,73, значит, аварии и магнитные бури имеют сильную взаимосвязь с вероятностью 95%. Важным фактором, влияющим на число аварий на нефтеперерабатывающих заводах в России, являются магнитные бури, они сильно влияют на человека, из-за этого и происходят нарушения, приводящие к авариям. Профилактика и предупреждение влияния магнитных бурь, в рамках мероприятий пожарной безопасности на заводах, должно уделяться особое внимание в среду, пятницу и воскресенье.

Список литературы

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. пособие / Д. А. Едимичев [и др.]. Красноярск, 2019. 148 с.
2. Пожарная тактика: учеб. пособие / В. Н. Масаев [и др.]. Красноярск, 2017. 286 с.
3. Статистика пожаров: учеб. пособие / С. Н. Масаев [и др.]. Красноярск, 2019. 148 с.
4. Функционально-стоимостный анализ выбора аварийно-спасательной техники для обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на мало объемных и рассредоточенных объектах / С. Н. Масаев [и др.]. // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 7. С. 30–37. Режим доступа: <http://novtex.ru/bjd/bgd19/annot07.html#5>, ограниченный. – (Дата обращения: 24.09.2019).
5. Список нефтеперерабатывающих заводов России: – URL: <https://pronpz.ru/neftepereratatyvayushchie-zavody/rossiya.html> (Дата обращения: 24.01.2020)

References

1. *Zdaniya, sooruzheniya i ih ustojchivost' pri pozhare* [Buildings, structures and their stability in case of fire] / D. A. Edimichev [et al.]. Textbook. Krasnoyarsk, 2019. 148 p.
2. *Pozharnaya takтика: ucheb. posobiye* [Fire tactics: textbook] / V. N. Masayev [et al.]. Krasnoyarsk, 2017. 286 p.
3. *Statistika pozharov* [Fire statistics: textbook]. / S. N. Maseev [et al.]. Krasnoyarsk, 2019. 148 p.
4. Funkcional'no-stoimostnyj analiz vybora avarijno-spasatel'noj tekhniki dlya obespecheniya provedeniya avarijno-spasatel'nyh i drugih неотложных работ на мало об»emных i rassredotochennyh об»ektah [Functional-Cost Analysis of the Choice of Emergency Rescue Equipment in Carrying out Rescue and other Urgent Work on Low-Volume and Dispersed Objects] / S. N. Maseev [et al.]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2019, vol. 7, 30–37. URL: <http://novtex.ru/bjd/bgd19/annot07.html#5>, limited. (Data obrashcheniya: 09.24.2019).
5. List of refineries in Russia: URL: <https://pronpz.ru/neftepereratatyvayushchie-zavody/rossiya.html> (Data obrashcheniya: 24.01.2020).

Масаев Сергей Николаевич
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,
Российская Федерация, г. Красноярск,
кандидат технических наук

E-mail: faberi@list.ru, +79135507006.

Masaev Sergey Nikolaevich

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»

Russian Federation, Krasnoyarsk,

candidate of technical sciences

E-mail: faberi@list.ru, +79135507006.

Едимичев Дмитрий Александрович

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, г. Красноярск доцент,

кандидат технических наук

E-mail: edimichev@inbox.ru , +79069120606.

Edimichev Dmitry Aleksandrovich

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University»

Russian Federation, Krasnoyarsk

candidate of technical sciences

E-mail: edimichev@inbox.ru, +79069120606.

Руф Елена Андреевна

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,

Институт Нефти и Газа Российская Федерация, г. Красноярск

Студентка 4 курса

E-mail: lenarroof@mail.ru

Ruf Elena Andreevna

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University» Rus-

sian Federation, Krasnoyarsk

Student 4 courses

E-mail: lenarroof@mail.ru

+79504131447

Серёдкина Алина Александровна

ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,

Институт Нефти и Газа Российская Федерация, г. Красноярск

Студентка 4 курса

E-mail: alina.seriodkina@yandex.ru

Seredkina Alina Alexandrovna

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Siberian Federal University» Rus-

sian Federation, Krasnoyarsk

Student 4 courses

E-mail: alina.seriodkina@yandex.ru

+79029601634

УДК 621.9

ВЛИЯНИЕ МИКРОДОЗ ЙОДА КАК КОМПОНЕНТА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

А. Г. НАУМОВ^{1,2}, В. А. КОМЕЛЬКОВ¹, Д. В. ЕМЧЕНКО¹, О. А. НАУМОВА², Е. В. ЗАРУБИНА¹

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

²ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail agn8@yandex.ru

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по изучению трибологических свойств йода, используемого в качестве микродобавки в смазочно-охлаждающих технологических средствах (СОТС), на различных операциях механической обработки металлов и сплавов. Предложен механизм образования разделительных смазочных пленок в результате инициирования химических реакций между радикалами йода и обрабатываемым материалом. Установлено, что использование йода в качестве компонента СОТС оказывает эффективное влияние на характеристики процесса резания и стойкостные показатели режущих инструментов.

Ключевые слова: трибология; резание металлов; смазочно-охлаждающие технологические средства; поверхностные явления; радикально-цепные реакции.

THE INFLUENCE OF MICRO-DOSES OF IODINE, AS A COMPONENT OF SOTS WHEN PROCESSING METALS BY CUTTING

A. G. NAUMOV^{1,2}, V. A. KOMELKOV¹, D. V. EMCHENKO¹, O. A. NAUMOVA², E. V. ZARUBINA¹

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

²Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University»
Russian Federation, Ivanovo
E-mail agn8@yandex.ru

The article states the results of the experimental researches on the tribological properties of iodine used as cutting fluid microadditives during various machining with cutting of metals and alloys. There is provided a mechanism of formation of separating lubricating films caused by the chemical reactions between the iodine radicals and the work material. The study shows that iodine as a cutting fluid component acts effectively on the cutting process characteristics and the cutting tool wear-resisting properties.

Key words: tribology; metal cutting; cutting fluid; surface phenomena; chain-radical reactions.

Йод и его соединения, как компоненты смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) для механической обработки металлов, давно привлекли внимание исследователей своими особыми свойствами изменять условия трения и изнашивания металлических поверхностей при их контактных взаимодействиях. Применение йодсодержащих компонентов в СОТС хорошо зарекомендовало себя при резании и трении труднообрабатыва-

емых и химически инертных материалов. Еще в 50-х годах французские инженеры Робертс и Ф`юри [1] обнаружили аномальное повышение стойкости резцов при обработке титановых сплавов и нержавеющей стали. Ф`юри было так же установлено, что действие йода эффективно и при трении. Так, было зафиксировано, что введение микродоз присадок йода (0,01–0,001 %) в состав смазки в несколько раз уменьшает коэффициент трения (табл. 1)

Таблица 1. Значения коэффициента трения и износа образцов при введении в состав смазки микродоз йода

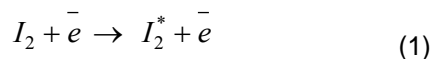
Материал пары трения	Коэффициент трения		Износ, мм	
	Нефтяное масло	Нефтяное масло + 0,075 % I ₂	Нефтяное масло	Нефтяное масло + 0,075 % I ₂
Сталь–сталь	0,088	0,088	-	-
Алюминий–алюминий	0,094	0,041	0,36	0,48
Золото–золото	0,070	0,010	0,60	0,60
Стекло–стекло	0,125	0,046	2,05	0,0

Дальнейшие работы [2, 3] подтвердили, что наибольшая эффективность от использования йода зафиксирована при обработке лезвийным и абразивным инструментом титана и его сплавов. Небольшие присадки йода к СОТС, в количестве 0,01-0,0075%, уменьшают интерметаллический контакт и снижают трение между трибосопряженными рабочими поверхностями инструмента и обрабатываемым материалом. При этом, стойкость инструментов может быть значительно увеличена.

Причины высокой эффективности йодсодержащих технологических средств точно не установлены. Предполагается, что в этом случае имеют место адсорбционная и химическая активность йода по отношению к металлам, его способность образовывать комплексные соединения, также не исключается возможность особой роли электрических и магнитных явлений.

Так, Робертс и Оуэнс [4], предположили, что при взаимодействии йода с компонентами смазки в контактной зоне образуются новые соединения, оказывающие влияние на электрические явления при трибосопряжениях металлических поверхностей – комплексы с переносом заряда (КПЗ)

По нашему мнению [5] в основе высокого смазочного действия йодсодержащих СОТС лежит механизм разрушения нейтральных молекул йода на радикалы в результате различного вида энергетических воздействий на последние. При этом, образование радикалов может проходить по схемам:



где \bar{e} – электрон, эмитируемый свежескрытой металлической поверхностью; I_2^* – возбужденная молекула йода; I_* – радикал йода;

V – свободная валентность на ювенильной поверхности; VII – химический радикал.

Образованные радикалы йода участвуют в поверхностных химических реакциях, а также могут выступать в роли инициаторов зарождения цепных реакций, в результате чего в контактной зоне происходит образование вторичных структур – различных соединений йода с металлами контактирующих поверхностей.

Рассмотрим некоторые аспекты действия йодсодержащих СОТС при обработке металлов. Йод имеет атомный вес 126,9, для разрушения молекулы йода на атомы и радикалы требуется 35 ккал/моль. Йод малоактивен при низких температурах, при повышении температур распадается на активные радикалы, химически взаимодействующие с металлами с образованием соответствующих йодидов [3]. При рассмотрении механизма действия йода при трении Ф. П. Боуден отмечал, что «...чистый титан имеет коэффициент трения, равный 1,2, а выдержка в парах йода при комнатной температуре приводят к немедленной реакции с образованием черной пленки TiI_2 ». Эти химические пленки, образованные в результате реакции паров йода с титаном, имеют в 4 раза более низкий коэффициент трения, чем чистые поверхности титана. Нашими исследованиями [6] установлено, что при резании в присутствии йодсодержащих СОТС в результате химических реакций в контактной зоне образуются пленки соединения FeI_2 , которые, имея низкий коэффициент трения, способствуют значительному улучшению трибомеханического состояния контактной зоны.

Известно [7], что трибология процесса резания в значительной степени обусловлена интенсивными фрикционными взаимодействиями обрабатываемого материала по передней и задним поверхностям режущих инструментов. Это, в первую очередь, оказывает влияние на стабильность стружкоотделения и силы резания. Эффективная СОТС, компоненты которой в результате физико-химических превращений способствуют образованию

разделительных слоев между трибосопряженными поверхностями инструмента и обрабатываемого материала, значительно уменьшает интенсивность адгезионных взаимодействий в контактной зоне, т.е. непосредственным образом оказывает влияние на силы резания (рис. 1) и процессы стружкообразования (табл. 2).

Температура резания, так же как и силы, является важным показателем эффективности применяемой СОТС. Тепло,

выделяющееся в контактной зоне, напрямую связано с работой резания. Чем интенсивнее идет образование разделительных смазочных слоев между трибосопряженными поверхностями инструментального и обрабатываемого материалов, тем в меньшей степени активизируются адгезионные взаимодействия между ними, т.е. уменьшается трение, а, следовательно, снижается выделяемое количество теплоты.

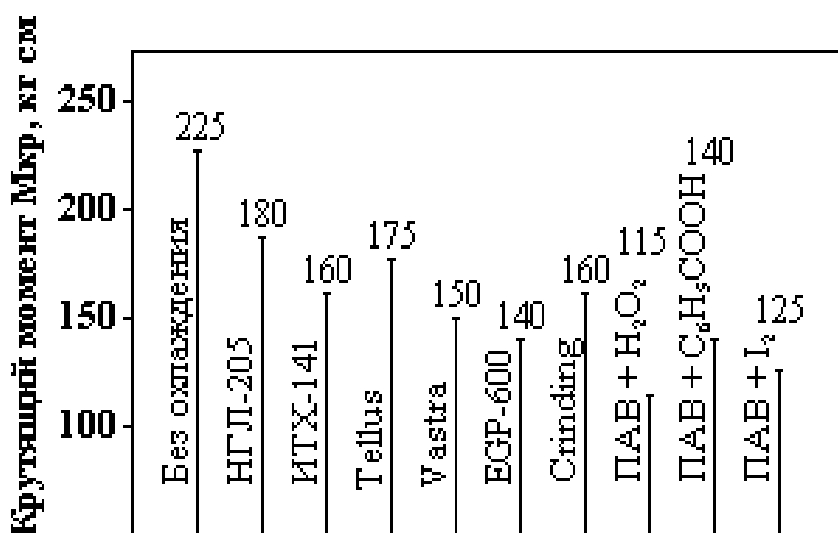


Рис. 1. Диаграмма крутящих моментов при нарезании резьбы М14х1,5 в ст.3 метчиками из стали Р18 при использовании различных СОТС

Таблица 2. Результаты расчета касательного напряжения на условной плоскости сдвига после точения в среде СОТС

№ п/п	Металл	Касательные напряжения, кг/мм ²		
		Внешняя среда		
		без охлаждения	водный р-р KI	триэтаноламин
1	Алюминий	89,0	64,0	66,0
2	Медь	17,0	11,4	-
3	Сплав ВТ-5	89,0	87,0	84,0
4	Ст.3	63,0	58,0	63,0
5	Сталь 1Х18Н10Т	93,2	67,0	65,0

Изучение теплового состояния контактной зоны проводилось с использованием метода полусинтетической термопары при точении титанового сплава ВТ-5. В ходе исследований было установлено, что наличие в составе используемой СОТС йода приводит к значительному снижению температур резания по сравнению с такими эффективными технологическими средами как нитрит натрия, четыреххлористый углерод и др. (рис. 2). Изучение эффективности действия паров йода на температуру резания в

сравнении с широко используемыми в качестве компонентов СОТС парами хлора и фосфора, проведенное при строгании стали 45 и алюминия в вакуумной камере, так же показало превосходство йода.

Стойкость инструмента, т.е. период его работоспособного состояния, представляет собой интегральный показатель отдельных характеристик процесса резания. Значительное влияние на стойкость инструментов оказывают и применяемые СОТС, которые предназначены для

целенаправленного создания условий, облегчающих процессы термомеханических воздействий на режущий клин инструмента, схода стружки, уменьшающих взаимодействия между задними поверхностями инструмента и обрабатываемым материалом.

В настоящей работе изучалась эффективность СОТС с присадками йода и паров йода на стойкостные показатели инструментов при резании различных материалов. Было установлено, что присутствие йода в контактной зоне оказывает положительное влияние на уменьшение износа (рис. 3, 4) и повышение стойкости режущих инструментов во всем диапазоне исследованных скоростей. Особенно этот эффект проявляется при резании сплавов на основе титана.

Йодсодержащие СОТС исследовались так же при ленточном шлифовании деталей из нержавеющей стали 1X18H10T. В качестве

технологических средств применялся ПАВ Сульфореценат «Е» с присадкой йодистого калия. Данные испытаний представлены в табл. 3. Представленные данные показывают, что СОТС с присадкой йода дает максимальный эффект по съему металла (354,3 г против 160 г в первом случае), а также повышает качество поверхности – зафиксировано снижение шероховатости поверхности по сравнению содовым раствором более чем в 2 раза.

Ранее отмечалось, что повышенная активность йода проявляется с повышением температур. При этом, как установлено настоящими исследованиями, действие йода носит избирательный характер. На рис 5 представлены результаты термографических исследований, проведенных с целью изучения взаимодействия йода с различными металлами в процессе их нагрева.

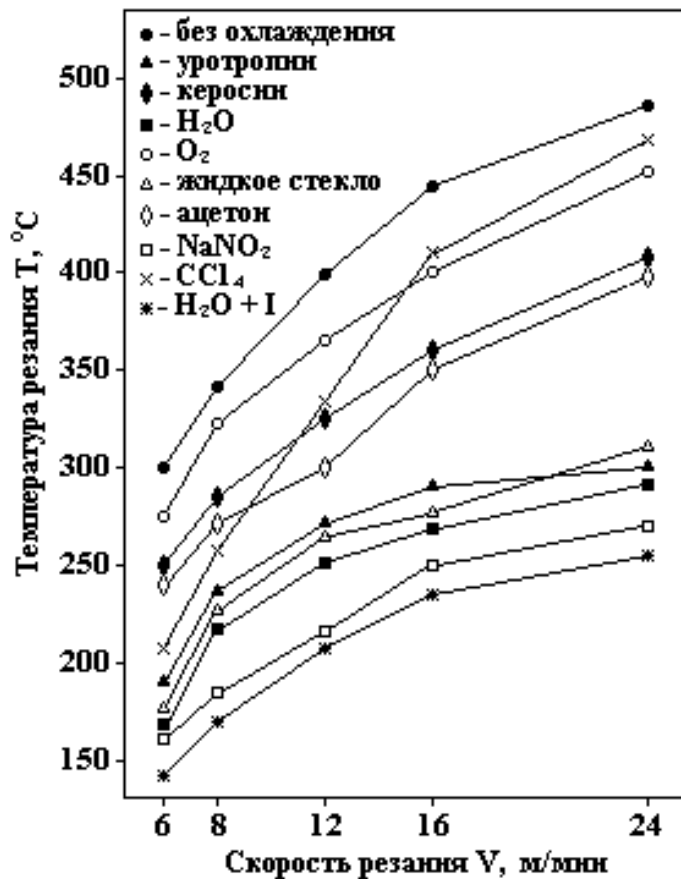


Рис. 2. Зависимость температуры от скорости резания при точении сплава ВТ-5 резцами из стали Р18

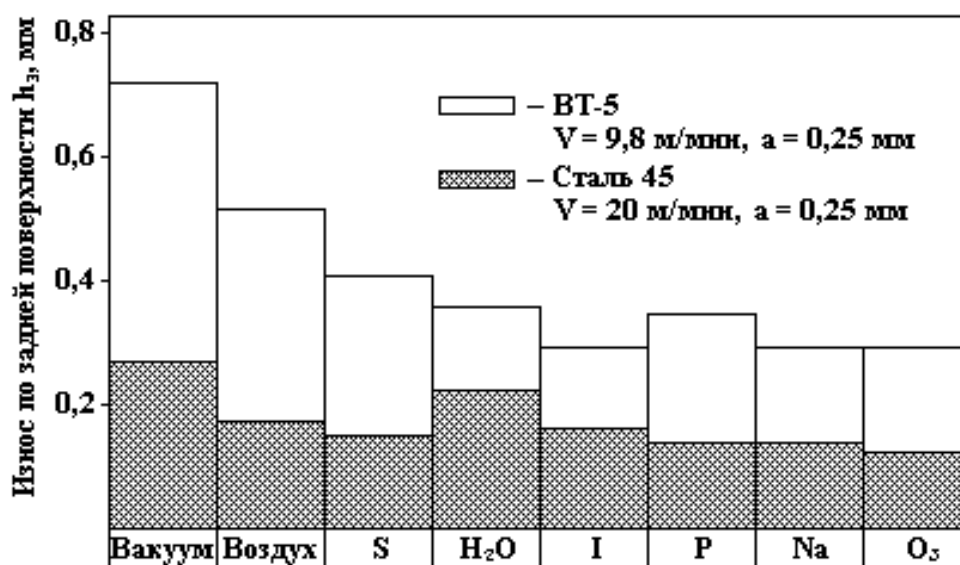


Рис. 3. Диаграмма износа резцов из стали P18 при строгании сплава BT-5 и стали 45 в различных газовых средах

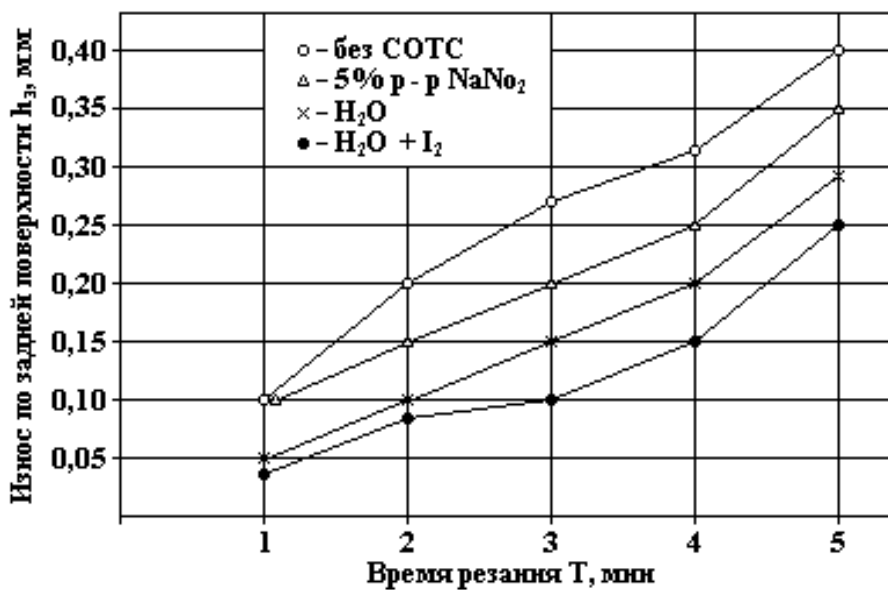


Рис. 4. Динамика износа задней поверхности резца BK8 при точении молибдена V = 1 м/с, S = 0,1 мм/об, t = 1,5 мм

Таблица 3. Эффективность применения йодсодержащей COTC при ленточном шлифовании

№ п/п	COTC	Показатели		
		Вес снятого металла	Минутная производительность за 12 минут работы	Шероховатость поверхности после 12 минут работы
1	Водный раствор соды (3%)	160,0	4,4	0,95
2	Сульфореценат «Е»	250,0	7,0	0,56
3	Сульфореценат «Е» + KI + сода	354,3	7,5	0,4

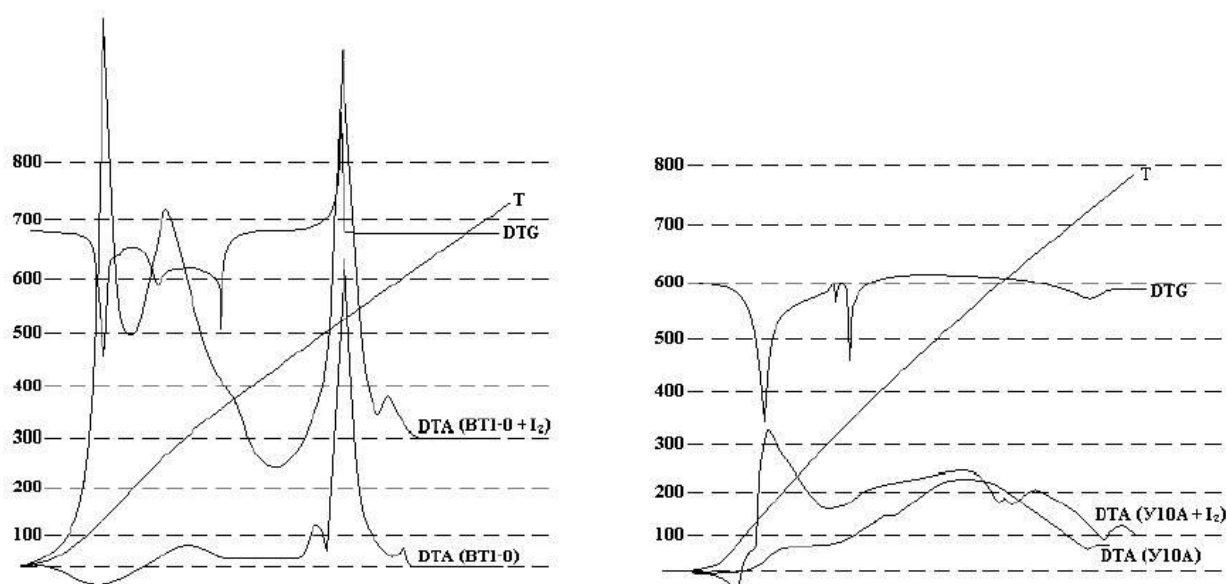


Рис. 5. Взаимодействие кристаллического йода с различными металлами при совместном нагреве

Анализ термограмм, приведенных на рис. 5, показал, что интенсивность экзотермических превращений (величина пика) у всех исследованных материалов различна. Максимальная величина пиков наблюдалась у титанового и алюминиевого сплавов, минимальная - у нержавеющей стали. Подобное явление, на наш взгляд, обусловлено «сродством» материала образца к взаимодействию с йодом, т.е. чем интенсивнее идут реакции образования йодидов, тем большую величину имеет экзотермический пик и тем большая часть йода переходит в связанное состояние и, соответственно, меньшая его часть выходит в окружающую атмосферу, что и наблюдалось на представленных термограммах при сравнении линий ДТА и DTG. Кристаллический йод при нагревании имеет два температурных превращения (при температурах 150^oC и 210^oC), характеризующихся эндотермическими эффектами. Настоящими исследованиями установлено, что основные взаимодействия йода с металлами (табл. 4) происходят при температурах 80-210^oC, т.е. до температур, характери-

зующих начало превращений в решетке йода. Следовательно, наличие металла способствует снижению температур фазовых превращений йода, что подтверждается данными работы [8]. С другой стороны, не исключена вероятность, что йод при повышенных температурах, вступая во взаимодействие с компонентами воздуха (органического и неорганического происхождения), может образовывать комплексы с переносом заряда. Эти комплексы, имея иные физико-химические характеристики, образуют с металлами соединения, которые в дальнейшем претерпевают термодеструкцию при других температурах.

Таким образом, проведенные исследования показали, что йод при температурах 80-210^oC активно взаимодействует с обрабатываемыми материалами. Результатом таких взаимодействий является образование различных йодидов, которые, имея невысокую температуру плавления, способны генерировать в зоне резания протекание химических реакций.

Таблица 4. Значения температур образования и распада йодидов, полученные при термографических исследованиях

Марка материала	Температура образования йодида, °C	Температура распада йодида, °C
BT1-0	110–120	260–360
AMg-2	110–130	400–410
Y10A	140–160	320–350
12X18H10T	100–110	350–360

На основании проведенных исследований установлено, что наличие микродоз йода в зоне трибосопряжений при трении и резании металлов оказывает положительное действие на процессы, протекающих на поверхностях границы раздела инструмент - обрабатываемый материал. Вместе с тем, существующие

теории механизма действия йода одинаково определяют лишь то, что облегчение процесса резания происходит в результате образования в зоне контактирования йодсодержащих разделительных пленок. Каков же механизм образования этих пленок авторами трактуется неоднозначно.

Список литературы

1. Фьюри М. Дж. Действие йода при получении особо низкой величины трения. *Wear*. 1966. Т. 9. № 5.

2. Латышев В. Н. Повышение эффективности СОЖ. М.: Машиностроение, 1985. 64 с.

3. Наумов А. Г. Повышение эффективности лезвийной обработки быстрорежущим инструментом при использовании экологически чистых СОТС: дис. ... д-ра техн. наук. М.: МГТУ «Станкин», 1999. 378 с.

4. Латышев В. Н. Исследование механохимических процессов и эффективности применения смазочных сред при трении и обработке металлов: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1973. 412 с.

5. Развитие теории радикально-цепного механизма действия СОТС при резании металлов / А. Г. Наумов [и др.] // *Металлообработка*. 2016. № 4 (94). С. 26–33

6. Наумов А. Г., Латышев В. Н., Раднук В. С. Трибологические свойства соединений йода, предварительно сформированных в поверхности быстрорежущих инструментов // *Трение и износ*. 2007. Т. 28. № 5. С. 441–448

7. Наумов А. Г. Трибология лезвийного резания в присутствии смазочно-охлаждающих технологических средств // *Трибология. Состояние и перспективы: сб. науч. трудов*. Уфа. РИК УГАТУ, 2017. Т.1. С. 179–185

8. Вайнштейн В. Э., Трояновская Г. И. Сухие смазки и самосмазывающиеся материалы. М.: Машиностроение, 1968. 180 с.

References

1. F'juri M. D. Dejistvie ioda pri polychenii osobo nizkoji velichiny trenija [The action of iodine in obtaining a particularly low amount of friction]. *Wear*, 1966, vol. 9, issue 5.

2. Latyshev V. N. *Povyshrnje effektivnosti SOZ* [Improving the efficiency of the coolant]. Moscow: Mashinostroenie, 1985. 64 p.

3. Naumov A. G. *Povyshrnje effektivnosti lezvijinoji obrabotky bystrozeshim instrumentom pri ispolzovanii ekologicheskhi chistyh COTC* [Improving the efficiency of blade processing with high-speed tools when using environmentally friendly cutting fluids], dis. ... Dr. tech. of sciences. M.: MSTU «Stankin». 1999. 378 p.

4. Latyshev V. N. *Issledovanie mehanohimicheskikh processov i effektivnosti primeneniya smazochnyh sred pri trenii i obrabotke metajlov* [The study of mechanochemical processes and the effectiveness of lubricating fluids with friction and metal processing]. dis. ... Dr. tech. of sciences. M., 1973. 412 p.

5. Razvitie teorii radikalno-cepного mehanizma dejstvija COTC pri rezanii metallov [Development of the theory of the radical chain mechanism of action of STS in metal cutting] / A. G. Naumov [et al.]. *Metalloobrabotka*, 2016, vol. 4(94), pp. 26–33.

6. Naumov A. G., Latyshev V. N., Radnuyk V. S. Tribologicheskie svojstva soedineniy ioda predvaritelno sformirovannyh v poverhnosti bystrozeshih instrumentov [Tribological properties of iodine compounds preformed in the surface of high-speed tools]. *Treniye i iznos*, 2007, vol. 28, issue 5, pp. 441–449.

7. Naumov A. G. Tribologija lezvijnogo rezanija v prisutstvii smazochno-ohlazdaushih tehnologicheskikh sredstv [Tribology of blade cutting in the presence of lubricating and cooling technological means]. *Tribologiya. Sostoyaniye i perspektivy: sb. nauch. trudov*. Ufa. RIK UGA-TU, 2017, vol. 1, pp. 179–185.

8. Vayinshteyn V. A., Troyanovskaya G. I. *Suhie smazki i samoamazyvayshiesja materialy* [Dry lubricants and self-lubricating materials]. Moscow: Mashinostroenie, 1968. 180 p.

Наумов Александр Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

Российская Федерация, г. Иваново

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

доктор технических наук, профессор

E-mail agn8@yandex.ru

Naumov Aleksandr Gennadyevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University»

Russian Federation, Ivanovo

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

Russian Federation, Ivanovo

doctor of technical Sciences, Professor

E-mail agn8@yandex.ru

Комельков Вячеслав Алексеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

начальник кафедры пожарной безопасности объектов защиты

кандидат технических наук, доцент

Komelkov Vyacheslav Alekseevich

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

Russian Federation, Ivanovo

head of the Department of fire safety of objects of protection

candidate of technical Sciences, associate Professor

Емченко Дмитрий Валерьевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

магистр

Emchenko DmitryValeryevich

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

master

Наумова Ольга Александровна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

ведущий инженер

Naumova Olga Aleksandrovna

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University»

Russian Federation, Ivanovo

principal engineer

Зарубина Екатерина Витальевна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, старший преподаватель

Zarubina Ekaterina Vitalyevna

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, senior lecturer

УДК 614.846.5

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ВОДЯНОГО НАСОСА

А. П. СИЗОВ, В. А. КОМЕЛЬКОВ, М. А. КОЛБАШОВ, Л. А. ГУСЕВ

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: kafppv@mail.ru, komelkov@rambler.ru, kolbashov@mail.ru, alex16crown@gmail.com

Использование насосов в пожарной автоматике для подачи огнетушащего вещества имеет важное значение и от надежной работы таких устройств зависит ликвидация пожаров. Поэтому насосы необходимо испытывать на герметичность уплотнительных устройств, составляющих основу его надежной работы. В статье представлен специальный стенд для испытания насосов.

Ключевые слова: пожарный насос, огнетушащее вещество, уплотнение, магнитная жидкость, сальник.

DEVELOPMENT OF A TEST BENCH FOR THE SEALING DEVICE OF A WATER PUMP

A. P. SIZOV, V. A. KOMELKOV, M. A. KOLBASHOV, L. A. GUSEV

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: kafppv@mail.ru, komelkov@rambler.ru, kolbashov@mail.ru, alex16crown@gmail.com

The use of pumps in fire automatics for supplying a fire extinguishing agent is important and the elimination of fires depends on the reliable operation of such devices. Therefore, pumps must be tested for tightness of the sealing devices that make up the basis of its reliable operation. The article presents a special stand for testing pumps.

Key words: fire pump, extinguishing agent, seal, magnetic fluid, oil seal.

Современное здание или сооружение с технической точки зрения представляет собой совокупность инженерных систем, в том числе и тех, которые обеспечивают безопасность жизнедеятельности людей. Ведущее место среди них занимает пожаротушение. Высокая надежность, эффективность, долговечность и простота в управлении — вот основные требования, предъявляемые к современным системам борьбы с огнем. Эти запросы будут выполнены в полном объеме только в том случае, если основу подобных систем защиты зданий и сооружений составит соответствующее противопожарное оборудование. Пренебрежение вопросами пожарной безопасности чревато самыми тяжелыми последствиями, о чем свидетельствует неутешительная статистика: ежегодно в России происходит около 240 тысяч пожаров, потери от которых состав-

ляют около 45 млрд рублей; огнем уничтожается более 70 тысяч различных строений.

Предоставим несколько видов систем автоматического пожаротушения:

Газовое пожаротушение, предназначенное для создания защитной среды в определенном объеме. Тушение пожара осуществляется заполнением помещения расчетным количеством огнетушащего вещества. Принцип действия таких систем основан на снижении концентрации кислорода за счет поступления в соответствующую зону негорючего газа. При этом в случае использования сжиженных газов их выпуск из баллонов сопровождается снижением температуры, что ведет к уменьшению температуры в самой зоне возгорания. Такие системы не наносят вред защищаемому объекту, поэтому их рекомендуют для защиты серверных помещений, вычислительных центров, телефонных станций, библиотек, архивов, музеев, хранилищ и других помещений.

Порошковое пожаротушение используется при тушении пожаров различных категорий помещений, в том числе электрооборудования под напряжением. Принцип действия системы заключается в подаче мелкодисперсного порошкового состава в зону горения. Системы подобного типа оборудуются общественные, административные, производственные и складские здания, технологические установки, электроустановки, в т.ч. под напряжением. Порошковый состав оказывает минимальное воздействие на защищаемые изделия, материалы, оборудование: требуется лишь уборка порошка. В системах аэрозольного пожаротушения используется огнетушащий аэрозоль. Он безвреден как для людей, так и для окружающей среды, а также химически нейтрален. Аэрозоль можно использовать для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением. Генераторы огнетушащего аэрозоля компактны, их легко устанавливать.

Пенное пожаротушение используется в основном для тушения возгораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, нефтепродуктов, продукции химической промышленности и т.д. В качестве огнетушащего вещества в них применяется раствор воды с пенообразователем, который подается в трубопровод насосами-дозаторами.

Водяное пожаротушение применяется для ликвидации пожаров поверхностным способом на различных объектах и представляют

собой универсальное средство тушения для мест постоянного пребывания людей. Простейшая система пожаротушения выполнена в виде отдельного пожарного водопровода внутри здания с пожарными кранами (гидрантами). В случае пожара вручную (или автоматически) открываются задвижки пожарного водопровода и включаются пожарные насосы, подающие воду в гидранты.

Для насосного оборудования, важную роль играет надежность насоса. Такие же насосы используются не только в системах автоматического пожаротушения, но и в химии, нефтехимии, текстильной промышленности и ряде других отраслей широко распространены данные насосы, которые предназначены для перекачивания жидкостей (вода, агрессивные жидкости, продукция нефтехимии, другой продукции, находящейся в жидком состоянии). В этом случае используются насосы различных типов и исполнений [1]. К таким насосам, как при их работе, так и в режиме дежурном предъявляются высокие требования по герметичности как статистических, так и уплотнений подвижных элементов. Для создания без аварийной работы такие насосы должны быть подвергнуты предварительным испытаниям на герметичность. С этой целью разработан стенд для испытания насосов на герметичность. Функциональная схема стенда предназначена для испытания уплотнения насоса представлена на рис. 1.

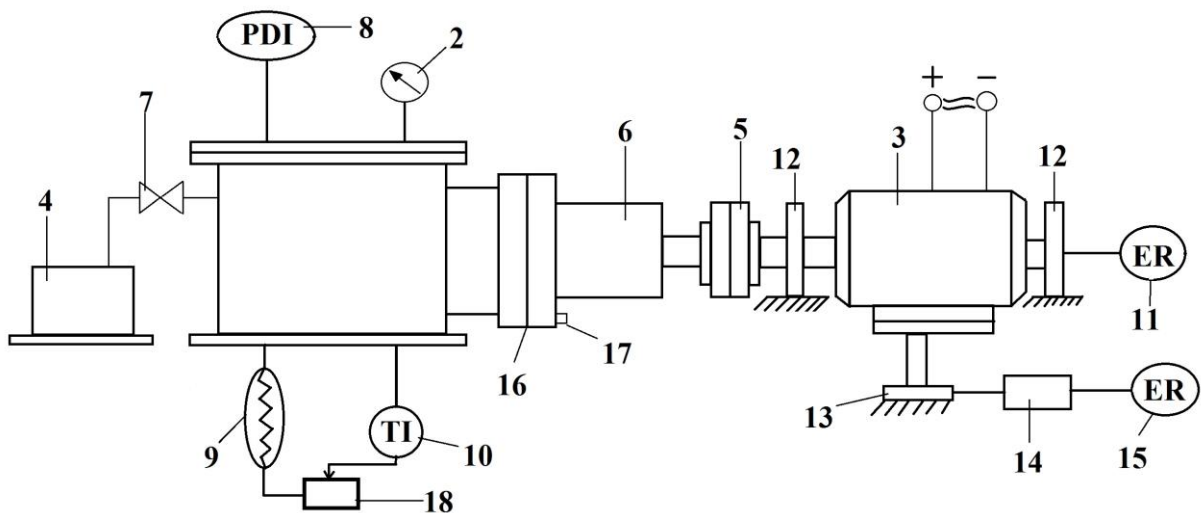


Рис. 1. Испытательный стенд для уплотнительного устройства водяного насоса

- 1 – бак; 2 – манометр; 3 – приводной двигатель; 4 – насос; 5 – соединительная муфта; 6 – испытуемое магнитножидкостное уплотнение; 7 – кран; 8 – прибор для измерения давления; 9 – нагреватель; 10 – прибор для измерения температуры жидкости; 11 – прибор для измерения частоты вращения двигателя; 12 – подшипниковые опоры для двигателя; 13 – тензодачик (балка); 14 – тензоуселитель; 15 – показывающий прибор с самописцем; 16 – статическое уплотнение; 17 – крепежные шпильки; 18 – реостат

Все эксплуатационные характеристики перед испытаниями для данного типа насоса должны быть указаны в техническом задании на разработку уплотнения водяного насоса в цифрах, в перечень которых должны быть включены следующие: используемая герметизируемая среда, давление среды, температура среды, частота вращения, масса уплотнения, допустимые - габаритные параметры. После изготовления уплотнения оно должно пройти приемо-сдаточные испытания, которые предлагается провести на разработанном стенде.

Испытания проводятся в следующем порядке: определение герметичности стенда проведение испытаний уплотнения, изготовленного в соответствии с усовершенствованиями по разработанной методике испытаний.

1. Определение герметичности испытательного стенда. С этой целью на место испытуемого уплотнения устанавливалась заглушка, которая герметизируется статической прокладкой подобной штатной прокладке, как по размерам, так и по материалу изготовления. Прокладка 16 устанавливалась, на фланец бака 1 с помощью силовых элементов в виде болтовых соединений 17 и при этом усилие затяжки создается определенной величины с помощью динамометрического ключа. Включается насос 4 и в камере 1 создается определенная величина давления, при достижении которой краном 7 насос 4 отсоединяется от бака 1. Измеряют величину давления в баке с помощью прибора 8. Включают самописец и определяют в течение 1 часа изменение давления в баке P_6 . Если P_6 остается постоянной величиной делается заключение, что установка герметична и на этой установке, возможно, проводить испытания насоса на герметичность.

2. Методика проведения испытаний насоса на герметичность в рабочем режиме и определения рабочих характеристик насоса. Проводятся определение следующих характеристик: герметичность, момент необходимый для привода насоса, компенсируемое давление, стабильность компенсируемого давления в течение времени, изменение момента трения во времени.

Герметичность насоса определяется в начальный момент по методике, описанной в пункте 1. В процессе эксплуатации герметичность должна сохраняться. Этому способствует в конструкции комбинированного уплотнения [2] деформация сальниковой набивки по мере её выработки и наличия магнитожидкостного уплотнения которое создает практически 100% герметичность в

случае уплотнения им газовой среды. Сальниковое уплотнение ограничивает воздействие жидкой среды на магнитожидкостный уплотнитель. Поэтому прибор, измеряющий давление и изменение его во времени должен отмечать постоянное значение, как представлено на рис. 2.

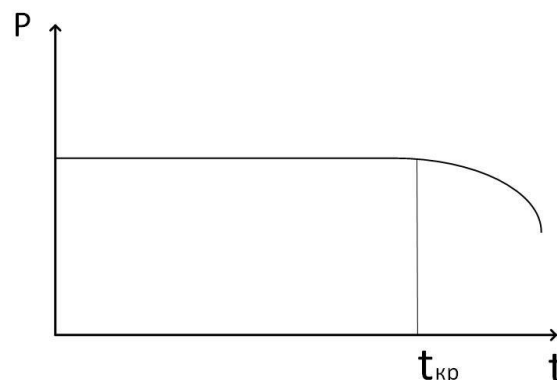


Рис. 2. Зависимость давления от времени при испытании уплотнения на герметичность P – давление, t – время, $t_{кр}$ – время, показывающие изменение давление

Момент необходимый для привода насоса. При электроприводе насоса электромагнитный момент, развиваемый двигателем, должен быть равен отдельным составляющим тормозных моментов, обусловленных рабочим колесом насоса P_p , механическими потерями в насосе $P_{мех}$, потерями, обусловленными в уплотнительном устройстве $P_{упл.}$, потерями механическими и электрическими в приводном двигателе $P_{дв.}$. Наибольший интерес для исследования рабочих характеристик насоса представляют потери в уплотнительном устройстве, которые состоят из потерь в сальниковом уплотнении и магнитожидкостном. Как показывают исследования [3] потери в магнитожидкостных уплотнениях (МЖУ) $P_{мжу}$ много меньше потерь в сальниковом уплотнении P_c . Величина потерь в электроприводе насоса определяется на стенде с помощью тензобалки 13 и фиксируется с помощью показывающего прибора с самописцем. Для практики наибольший интерес представляют потери на трение в сальниковом уплотнении, которые характеризуют надежность работы насоса [4].

От надежности его работы в конечном итоге зависит не только сохранность зданий и имущества, но и жизнь людей. При этом, как правило, пожарные насосы всегда простаивают. Естественно, при подборе таких агрегатов это должно учитываться — необ-

ходимо гарантированное обеспечение запуска насосов после длительного простоя. Как правило, это обеспечивается благодаря применению высококачественных материалов, понижающих вероятность блокирования

вращающихся частей насоса, и периодическим техобслуживанием. Подобные электронасосы оборудуются и электронными шкафами управления, позволяющими постоянно контролировать ситуацию.

Список литературы

1. Лобачев П. В. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат, 1990. 320 с.
2. Патент 2663438 Российская Федерация МПК F 16 J 15/43 Комбинированное магнито-жидкостное уплотнение / А. П. Сизов, В. А. Комельков, М. А. Колбашов, В. С. Еловский и др.; опубл; 06.08.2018, Бюл. № 22.
3. Магнитные жидкости в машиностроении / Д. В. Орлов [и др.]. М.: Машиностроение, 1993. 273 с.
4. Повышение надежности применяемых в пожарно-спасательном оборудовании узлов с магнитными наноматериалами / А. П. Сизов [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2018. № 29. С. 41–45.

References

1. Lobachev P. V. *Nasosy i nasosnyye stantsii* [Pumps and pumping stations]. M.: Stroyizdat, 1990. 320 p.
2. Sizov A. P., Komel'kov V. A., Kolbashov M. A., Yelovskiy V. S. i dr *Kombinirovannoye magnitozhidkostnoye uplotneniy* [Combined magneto-liquid Seal], Patent 2663438 Rossiyskaya Federatsiya IPC F 16 J 15/43, opubl; 06.08.2018, Byul. № 22.
3. *Magnitnyye zhidkosti v mashinostroyenii* [Magnetic fluids in mechanical engineering] / D. V. Orlov [et al.]. M.: Mashinostroyeniye, 1993. 273 p.
4. *Povysheniye nadezhnosti primenyayemykh v pozharно-spasatel'nom oborudovanii uzlov s magnitnymi nanomaterialami* [Improving the reliability of components used in fire-rescue equipment with magnetic nanomaterials] / A. P. Sizov [et al.]. *Sovremennyye problemy grazhdanskoй zashchity*, 2018, vol. 29, pp. 41–45.

Сизов Александр Павлович

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

Sizov Alexandr Pavlovich

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

Комельков Вячеслав Алексеевич

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

Komelkov Vyacheslav Alekseevich

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

Колбашов Михаил Александрович

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

Kolbashov Mikhail 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 technicasciences, associate professor
E-mail: komelkov@rambler.ru

Гусев Леонид Алексеевич

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
адъюнкт очной формы обучения
E-mail: alex16crown@gmail.com

Gusev Leonid Alekseevich

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,
Russian Federation, Ivanovo
postgraduate student
E-mail: alex16crown@gmail.com

УДК 622.276.04

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРЕМОНТИРОВАННОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ МОРСКОЙ СТАЦИОНАРНОЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

И. В. СТАРОКОНЬ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,
Российская Федерация, город Москва
E-mail: starokon79@mail.ru

В мире активно эксплуатируются морские стационарные платформы, которые относятся к опасным производственным объектам. Длительность эксплуатации некоторых из этих платформ превышает 20 лет. Столь значительный срок эксплуатации приводит к тому, что платформы длительное время подвергаются действию различных нагрузок, вызывающих переменные напряжения и как следствие усталостные повреждения, в том числе и усталостные трещины в сварных соединениях и основном металле платформы. При выявлении усталостных трещин сварные соединения подвергаются ремонту. Однако длительность последующей эксплуатации подобных отремонтированных сварных соединений в настоящее время не известна. Автором проведено экспериментальное исследование одной из технологий ремонта, впервые примененной для ремонта сварного соединения платформы, расположенной на месторождении «Белый тигр». Результатом этого исследования стала диаграмма усталости и ее уравнение, которые были впервые получены автором.

Ключевые слова: морские, стационарные, платформы, усталостные, трещины, повреждения, диаграмма, усталости.

RESULTS OF THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE FATIGUE CHARACTERISTICS OF THE REPAIRED WELDED JOINT OF THE MARINE STATIONARY OIL AND GAS PRODUCING PLATFORM

I. V. STAROKON

Federal State Autonomous Educational Institution Higher Education «Russian State University of Oil and Gas (national research university) named after I.M. Gubkin»,
Russian Federation, Moscow
E-mail: starokon79@mail.ru

Offshore stationary platforms that are hazardous production facilities are actively exploited in the world. The lifespan of some of these platforms exceeds 20 years. Such a significant period of operation leads to the fact that the platforms are exposed to various loads for a long time, causing alternating stresses and, as a result, fatigue damage, including fatigue cracks in welded joints and the base metal of the platform. When fatigue cracks are identified, welded joints are repaired. However, the duration of the subsequent operation of such repaired welded joints is not currently known. The author conducted an experimental study of one of the repair technologies, first used to repair the welded joint of a platform located in the White Tiger field. The result of this study was the fatigue diagram and its equation, which were first obtained by the author.

Key words: offshore, stationary, platforms, fatigue, cracks, damage, diagram, fatigue.

В мире активно используются морские стационарные платформы, введенные в эксплуатацию более 20 лет назад. Эти платфор-

мы длительное время подвергались действию различных нагрузок, вызывающих переменные напряжения и, как следствие, усталостные повреждения. Поэтому в настоящее время чрезвычайно актуальна задача оценки остаточного

ресурса сварных соединений морских платформ после их ремонта. В соответствии с федеральным законом № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»¹ после 20 лет эксплуатации платформы должны быть подвергнуты комплексному техническому диагностированию, и, по его результатам, часть сварных соединений, имеющих недопустимые дефекты, подлежит ремонту. Для подтверждения надежности отремонтированного соединения в дальнейшей эксплуатации, необходимо рассчитать остаточный ресурс в рамках проведения работ по подготовке заключений экспертизы промышленной безопасности. При этом ресурс сварных соединений платформы определяется, исходя из различных условий (скорости коррозии, соответствия условиям прочности и т.д.). В том числе для каждого сварного соединения проводится оценка ресурса, исходя из условий усталостной долговечности при циклических нагрузках [1, 2, 3]. Совершенно очевидно, что остаточный ресурс сварных соединений длительно используемых платформ отличается от ресурса тех, что были введены в эксплуатацию недавно. Однако определить степень воздействия переменных напряжений на подобные элементы возможно, только определив каким-либо путем предел выносливости этих элементов [4]. В настоящей статье пойдет речь об экспериментальном методе определения предела выносливости сварных соединений морской платформы на примере технологии, разработанной для ремонта этих сооружений на месторождении «Белый тигр».

При обследовании одной из платформ, установленной на месторождении «Белый тигр», была выявлена трещина (рис. 1) на участке соединения колонны диаметром 2000 мм и горизонтального элемента трубной формы диаметром 1000 мм. Толщина стенки колонны составляет 38 мм.

Трещина имеет вид, описанный в работе [5], она образовалась в зоне перехода от шва к основному металлу и, в дальнейшем, в ходе эксплуатации, развивалась вдоль линии сплавления. После того, как трещина обогнула горизонтальный элемент, ее вершина продолжила свое развитие в основной металл стенки колонны.

Для того чтобы остановить развитие трещины, было принято решение ее заварить, а на стенку колонны установить усиливающую

накладку. Следует отметить, что при использовании дуговой сварки для ремонта опоры с толщиной стенки 38 мм, существует высокая вероятность образования холодных трещин в околосшовной зоне, что вызвано большой скоростью охлаждения. При сварке конструкций с такой значительной толщиной стенки для уменьшения скорости охлаждения рекомендуется выполнять предварительный подогрев, но при сварке под водой в ограниченных условиях кессона выполнить нагрев чрезвычайно сложно. Для того чтобы исключить подогрев при сварке низколегированных сталей, был использован следующий технологический прием. На свариваемые кромки сначала наплавлялся слой аустенитного металла, а затем производилась сварка. Такой прием позволяет создать буферный слой из вязкого аустенитного материала, что снижает вероятность образования трещин при сварке, которая проводилась так называемым сухим способом. Для этого использовался кессон, т.е. специальная камера, заполненная либо воздухом (для глубин до 20 метров), либо смесью гелия и кислорода при глубинах более 20 метров, где, независимо от глубины, поддерживается парциальное давление кислорода 29,4 кПа. Сварщик также размещается в этой герметизированной камере. Опыт применения данной технологии подтверждает: качество такой сварки не хуже выполненной в обычных атмосферных условиях. При этом кессон должен герметично прилегать к ремонтируемому под водой участку конструкции и быть достаточно просторным для работы в нем сварщиков.



Рис. 1. Трещина, обнаруженная в ходе обследования морской платформы

¹ Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/.

Ремонт образовавшейся трещины осуществлялся в следующей последовательности. Трещина либо заваривалась, либо, если образовывалось сквозное отверстие, которое следовало загерметизировать, туда вводилась заглушка в виде изогнутой пластины малой толщины (ее приваривают к стенке трубы угловым швом, мокрым способом). При том, что ремонт несущей конструкции нефтяных платформ допускается только сухим способом, заглушка не является частью несущей конструкции, поэтому применение мокрого способа сварки в данном случае допустимо. Для сварки были применены аустенитные электроды марки SoufTouch. После заварки трещины с наружной стороны колонны устанавливалась усиливающая накладка. Затем осуществлялась сборка накладки на прихватках в кессоне, и производилась зачистка до металлического блеска участков поверхности колонны шириной 30–40 мм, прилегающих к торцу накладки вдоль всего её контура. Затем на поверхность корпуса опоры, вдоль контура накладки наплавлялся аустенитными электродами буферный слой.

Место примыкания буферного слоя к торцу накладки зачищается для удаления шлаковых включений и предотвращения образования карманов. После этого производится сварка основных угловых швов. Для обеспечения плавного перехода от шва к основному металлу внешний контур шва необходимо обработать абразивным инструментом. Наличие на поверхности перлитного корпуса опоры аустенитного шва может ускорить электрохимическую коррозию. Для предотвращения коррозии в месте ремонта необходимо произвести защитную окраску зоны сварки и установить протекторы.

Ресурс сварного соединения, отремонтированного описанным выше способом, определялся экспериментальным путем. Для этого были построены экспериментальные установки, на которых проводилось повторное разрушение отремонтированных данным методом сварных соединений (рис. 2).

В качестве модуля управления использовался алгоритм, реализованный в программном комплексе LabVIEW. Эксперимент проводился следующим образом. От трубопровода высокого давления со сжатым воздухом был проведен отвод к модулю контроля значений экспериментального давления, где давление понижалось до заданной величины, установленной в управляющем модуле. Затем давление поступало в блок переключения вектора экспериментальной нагрузки, потом--в пневматический цилиндр, где преобразовалось в силу определенной величины, которая под управ-

лением блока переключения развивалась последовательно по вертикальной оси в разных направлениях. Эта нагрузка и создавала разрушающий экспериментальный момент в исследуемом сварном соединении. Общая схема установки приведена на рис. 3.



Рис. 2. Фотография экспериментальной установки

Автором было проведено численно-аналитическое моделирование напряженного состояния сварных соединений морской платформы, расположенной на месторождениях Черного моря. В результате моделирования было установлено, что, при различных условиях воздействия волны максимальная амплитуда переменных напряжений находится в диапазоне от 50 МПа до 90 МПа. Результаты проведения эксперимента приведены в (табл. 1).

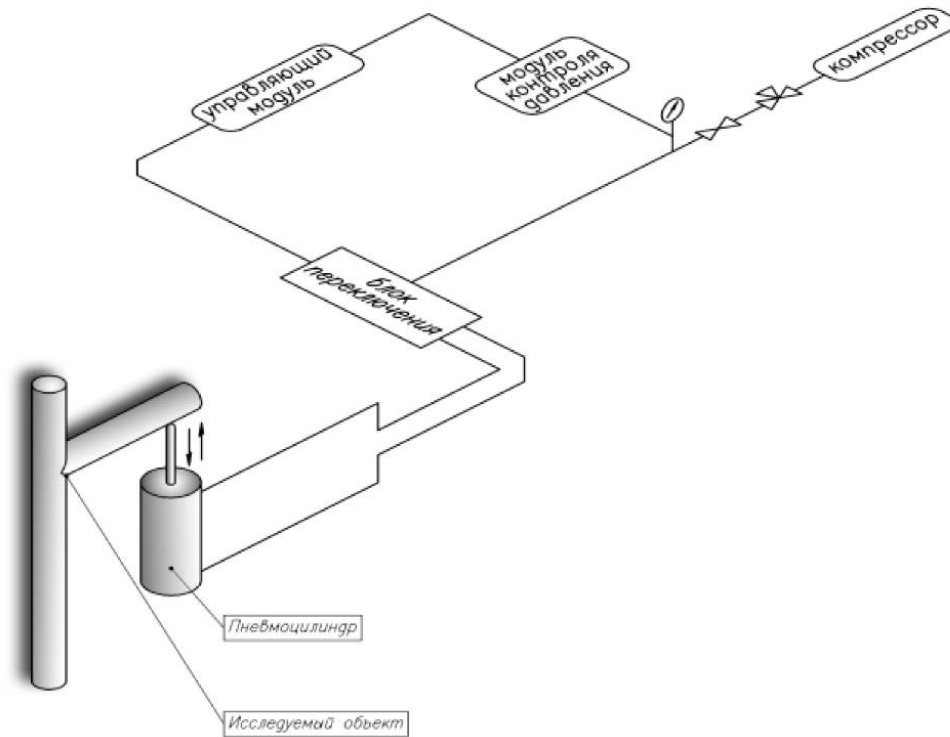


Рис. 3. Принципиальная схема экспериментальной установки

Таблица 1. Количество циклов N, полученного в результате экспериментального исследования ресурса восстановленного сварного соединения

Амплитуда напряжений σ_a , МПа	Количество циклов, N						Результирующее N с указанием величины дисперсии (разброса экспериментальных значений)
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5	Образец №6	$N \pm \Delta x$
90	81538	75557	74514	79348	77516	73243	76953±4964
51	1041861	1167943	1324561	1287892	1165742	1216567	1200761±160142

Расчет предела выносливости проводилась методом Д.И. Гольцева по формуле:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 N_1 - \sigma_2^2 N_2}{N_1 - N_2}}, \quad (1)$$

где: σ_1 и σ_2 – значения величин, выбранных для испытания напряжений, МПа; N_1 и N_2 – количество циклов до разрушения для испытательных напряжений σ_1 и σ_2 соответственно.

Таким образом был вычислен предел выносливости, равный **47 МПа**. Однако, он был получен в результате экспериментов, и его

необходимо соотносить с действительными условиями эксплуатации сварных соединений морской платформы на шельфе. В работах [6, 7, 8] выделены следующие основные параметры, которые следует учитывать: соотношение размеров образцов и реальных объектов, шероховатость, асимметрия циклов напряжений, остаточные напряжения и другие факторы. Действуя по этой методике и с учетом положений, приведенных в работах [9, 10, 11], сопоставим полученный экспериментальный результат с реальным сварным соединением. Результаты расчетов приведены в (табл. 2).

Таблица 2. Результаты обработки значения экспериментального предела выносливости сварного соединения с учетом реальных условий эксплуатации на шельфе

Наименование параметра ¹	Результат
Предельная амплитуда первого главного напряжения, σ_{1a}	90,3
Коэффициент асимметрии остаточных напряжений, $R^{ост}$	0,65
Коэффициент влияния растягивающих напряжений, η_1	0,1
Коэффициент влияния сжимающих напряжений, η_2	0,4
Коэффициент влияния нормальных напряжений, η_3	0,12
Предел выносливости, σ_{-1}	47
Предел выносливости с учетом фактических условий эксплуатации, $\sigma_{-1}^Ф$	15

¹-остальные значения приведены в работе [6]

Проведя необходимые вычисления, получим предел выносливости равный 15 МПа, а показатель наклона кривой усталости $m=3,6$. Вычисление в соответствии с уравнением Баскина позволило определить точку перелома N_C на уровне $3,1 \cdot 10^7$ циклов. Аппроксимирующее уравнение кривой усталости и значение N_C рассчитаем в программном комплексе Wolfram. В результате получим уравнение:

$$\sigma_a = 224,395 - 12,1201 \cdot \ln(N), \quad (2)$$

где: σ_a – амплитуда переменных напряжений, действующих в сварном соединении; N – количество циклов до разрушения для соответствующих напряжений.

Обсуждения полученных результатов

Анализируя данные табл. 2, можно сказать, что значение предела выносливости по результатам экспериментально-аналитического исследования, получилось выше, чем для нового соединения, но зависимость амплитуд переменных напряжений от

количества циклов сместилась вправо. Это значит, что разрушение отремонтированного таким методом соединения произойдет позже, чем восстановленного по приведенной в работах [12, 13] технологии заварки трещин с установкой трещиноуловителей. Автором был проведен расчет по методике, приведенной в работе [13] и установлено, что, применительно к условиям эксплуатации морской стационарной платформы на месторождении «Белый тигр», ресурс отремонтированного при помощи описанной технологии сварного соединения составит 23,6 лет. С учетом того, что начальный ресурс нового сварного соединения для условий данного месторождения оценивался в 34 года, автор считает, что описанная в статье технология ремонта сварных соединений обеспечивает надежную и безопасную эксплуатацию морской платформы до окончания срока ее эксплуатации. В связи с этим автором рекомендуется распространить данную технологию ремонта на сварные соединения морских платформ при необходимости их ремонта.

Список литературы

1. Бородавкин П. П. Морские нефтегазовые сооружения: учебник для вузов. Часть 1. Конструирование. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 555 с.
2. Губайдулин Р. Г., Губайдулин М. Р., Тиньяев А. К. Определение остаточного ресурса опорного блока морской стационарной платформы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2012. № 1. С. 80–86.
3. Труфяков В. И. Усталость сварных соединений. Киев: Наукова думка. 1973. 216 с.
4. Ефименко Л. А., Елагина О. Ю., Капустин О. Е. Оборудование зависимости определения углеродного эквивалента малоуглеродистых трубных сталей нового поколения // Сварочное производство. 2017. №10. С. 3–7.
5. Лукьянов В. Ф., Рогозин Д. В., Грицыхин В. А. Ремонт металлических конструкций морских буровых и нефтедобывающих платформ // Вестник ДГТУ. 2011. №9 (60). С.1630–1636.
6. Клыков Н. А. Расчет характеристик сопротивления усталости сварных соединений. М.: Машиностроение, 1984. 160 с.
7. Макаров Г. И., Капустин О. Е. Экспериментальная оценка напряженно-деформированного состояния сварных трубопроводов с помощью электрических датчиков сопротивления и аналогово-цифровых преобразователей // Сварочное производство, 2018. №11. С. 3–14.
8. Shadravan A, Schubert J, Amani M, Teodoriu C Using fatigue-failure envelope for cement-sheath-integrity evaluation 2015 SPE Drilling and Completion 30 (1), p. 68-75

9. Waltrich P, Zhang H, Teodoriu C. Remote real-time experimental diagnostics for well challenges 2014 Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition, p. 4926–4936.

10. Teodoriu C Selection criteria for tubular connection used for shale and tight gas applications 2012 Society of Petroleum Engineers - SPE/EAGE European Unconventional Resources Conference and Exhibition 2012. p. 865–870.

11. Bär F, Teodoriu C Approaches for determination and reduction of non-productive times of rilling rigs for deep wells Ansätze zur ermittlung und reduktion nichtproduktiver zeiten an tiefbohranlagen L. 2013 Logistics Journal 2013.

12. Староконь И. В. Особенности усталостных процессов морских нефтегазовых сооружений // Техника и технология. 2012. № 6. С. 40–41.

13. Староконь И. В. Усталостная долговечность восстановленных тавровых сварных соединений опорных блоков морских стационарных платформ // Справочник. Инженерный журнал с приложением, 2015. № 7 (220). С. 51–56.

References

1. Borodavkin P. P. *Morskie neftegazovye sooruzheniya: uchebnyk dlya vuzov. CHast' 1. Konstruirovaniye* [Offshore oil and gas facilities: a textbook for universities. Part 1. Design]. Moscow: ООО «Nedra-Biznescentr», 2006. 555 p.

2. Gubajdulin R. G., Gubajdulin M. R., Tin'gaev A. K. Opredeleniye ostatochnogo resursa opornogo bloka morskoy stacionarnoy platformy [Determination of the residual life of the support block of the offshore stationary platform]. *Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN*, 2012, issue 1, pp. 80–86.

3. Trufyakov V. I. *Ustalost' svarnykh soedinenij* [Weld fatigue]. Kiev: Naukova dumka. 1973. 216 p.

4. Efimenko L. A., Elagina O. Yu., Kapustin O. E. Oborudovaniye zavisimosti opredeleniya uglerodnogo ekvivalenta malouglerodistykh trubnykh stalej novogo pokoleniya [New generation carbon equivalent dependence determination equipment] *Svarochnoe proizvodstvo*, 2017, issue 10, pp. 3–7.

5. Luk'yanov V. F., Rogozin D. V., Gricyhin V. A. Remont metallicheskih konstrukcij morskikh burovnyh i neftedobyvayushchih platform. [Repair of metal structures of offshore drilling and oil production platforms]. *Vestnik DGTU*, 2011, issue (60), pp. 1630–1636.

6. Klykov N. A. *Raschet harakteristik soprotivleniya ustalosti svarnykh soedinenij* [Calculation of characteristics of fatigue resistance of welded joints]. Moscow: Mashinostroenie, 1984. 160 p.

7. Makarov G. I., Kapustin O. E. Eksperimental'naya ocenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya svarnykh truboprovodov s pomoshch'yu elektricheskikh datchikov soprotivleniya i analogovo-cifrovyykh preobrazovatelej [Experimental assessment of the stress-strain state of welded pipelines using electrical resistance sensors and analog-to-digital converters]. *Svarochnoe proizvodstvo*, 2018, issue 11, pp. 3–14.

8. Shadravan A, Schubert J, Amani M, Teodoriu C Using fatigue-failure envelope for cement-sheath-integrity evaluation 2015 SPE Drilling and Completion 30 (1), p. 68-75.

9. Waltrich P, Zhang H, Teodoriu C. Remote real-time experimental diagnostics for well challenges 2014 Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition, p. 4926–4936.

10. Teodoriu C Selection criteria for tubular connection used for shale and tight gas applications 2012 Society of Petroleum Engineers - SPE/EAGE European Unconventional Resources Conference and Exhibition 2012, p. 865–870.

11. Bär F, Teodoriu C Approaches for determination and reduction of non-productive times of rilling rigs for deep wells Ansätze zur ermittlung und reduktion nichtproduktiver zeiten an tiefbohranlagen L. 2013 Logistics Journal 2013.

12. Starokon' I. V. Osobennosti ustalostnykh processov morskikh neftegazovykh sooruzhenij [Features of fatigue processes of offshore oil and gas facilities]. *Tekhnika i tekhnologiya*, 2012, issue 6, pp. 40–41.

13. Starokon' I. V. Ustalostnaya dolgovечnost' vosstanovlennykh tavrovyykh svarnykh soedinenij opornyykh blokov morskikh stacionarnyykh platform [Fatigue life of restored T-welds of support blocks of offshore stationary platforms]. *Spravochnik. Inzhenernyj zhurnal s prilozheniem*, 2015, issue 7 (220), pp. 51–56.

Староконь Иван Викторович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,

Российская Федерация, г. Москва

кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автоматизации проектирования сооружений нефтяной и газовой промышленности»

E-mail: starokon79@mail.ru

Starokon Ivan Viktorovich

Federal State Autonomous Educational Institution Higher Education «Russian State University of Oil and Gas (national research university) named after I.M. Gubkin»,
Russian Federation, Moscow

Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of «Automation of Designing of Oil and Gas Industry Structures»

E-mail: starokon79@mail.ru

УДК 614.841.1

РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ИНТЕРЬЕРНЫХ ТКАНЕЙ ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

С. А. СЫРБУ, А. Х. САЛИХОВА

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
Российская Федерация, г. Иваново
E-mail: syrbue@yandex.ru, salina_77@mail.ru

Для оформления интерьера помещений используются различные текстильные материалы, и в основном, ткани, произведенные из химических волокон. Опасность использования тканей из химических волокон в интерьерах связана с высокой горючестью и с особенностями горения данных волокон. Наличие в помещениях горючей нагрузки, образуемой тканями для декора интерьера, является серьезным источником опасности во время пожаров, т.к. они легко воспламеняются, способствуют распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. Поэтому проблема придания огнезащитных свойств различным текстильным материалам в последние годы приобретает все большую актуальность. В данной работе приведены результаты разработки нового огнезащитного состава на основе коммерческого препарата «Пироватекс». Проведено исследование огнезащитной обработки полиэфирной ткани композициями и экспериментальное определение показателей пожарной опасности образцов тканей. Полученный в работе результат является изобретением и относится к составам огнезащитной обработки декоративных интерьерных тканей из полиэфирных волокон жаккардового переплетения. Результаты исследования могут быть использованы в самолето-, автомобилестроении, а также в других отраслях промышленности

Ключевые слова: пожарная опасность, огнезащитный состав, испытание образцов ткани, полиэфирные ткани, кислородный индекс, воспламеняемость.

DEVELOPMENT OF A FIRE RETARDANT TO REDUCE THE FIRE HAZARD INDICATORS OF INTERIOR FABRICS MADE OF CHEMICAL FIBERS

S. A. SYRBU, A. H. SALIKHOVA

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: syrbue@yandex.ru, salina_77@mail.ru

Various textile materials are used for interior decoration, and mainly fabrics made from chemical fibers. The danger of using fabrics made of chemical fibers in interiors is associated with high combustibility and the burning characteristics of these fibers. The presence in the premises of a combustible load formed by fabrics for interior decoration is a serious source of danger during fires, as they are highly flammable, contribute to the spread of flames and emit large amounts of smoke and gases during combustion. Therefore, the problem of imparting flame retardant properties to textile materials of various nature and purpose in recent years has become increasingly important. This paper presents the results of the development of a new flame retardant based on the commercial drug Pirovateks. A study of flame retardant treatment of polyester fabric with compositions and experimental determination of fire hazard indicators of tissue samples was carried out. The result obtained in the work is an invention and relates to flame retardant compositions of decorative interior fabrics made of polyester fibers of jacquard weave. The results of the study can be used in aircraft, automotive, as well as for other special purposes.

Key words: fire hazard, flame retardant, testing of fabric samples, polyester fabrics, oxygen index, flammability.

Как известно, большинство текстильных материалов имеют свойство горения при воздействии источника зажигания, но их способность к возгоранию и скорость горения различны. Они определяются тремя основными характеристиками: химическим строением волокнообразующих полимеров, физической структурой волокон и текстильных материалов в целом, условиями окружающей среды. Целлюлозные волокна и материалы из них быстро распространяют пламя по поверхности, шерстяные материалы обладают значительно меньшей горючестью, трудно загораются, горят медленнее, гаснут при удалении из пламени. Многие синтетические термопластичные волокна в пламени сначала плавятся, а затем расплав загорается. Между термостойкостью полимеров и их горючестью существует взаимосвязь. Термостойкие волокна обладают большей огнестойкостью.

Данная ситуация требует решения проблемы не только за счет модификации уже известных методов защиты текстильных материалов, но и за счет совершенствования экспериментальной и нормативной оценки их огнестойкости.

Кроме подбора методов оценки эффективности огнестойких свойств текстильных материалов, обработанных замедлителем горения, необходимо учитывать область дальнейшего использования конкретного материала или изделия из него [1].

Важность создания огнестойких бытовых и технических тканей и нетканых материалов различной природы и назначения

обусловлена тем, что текстильные материалы являются серьезным источником опасности во время пожаров. Резко возросшие в последние годы требования к огнестойкости текстильных материалов, применяемых для отделки помещений общественных зданий, гостиниц, стадионов, железнодорожных вагонов, самолетов, судов, спецодежды, спортивной атрибутики, театральных декораций, должны привести к увеличению количества обрабатываемых соответствующим образом объектов.

Результаты исследований статистических данных по вопросам безопасности жилищного фонда показали, что по объектам основная доля пожаров (70–75 %), гибели людей при пожарах (85–93 %) и потеря от них (40–45 %) приходится на жилой сектор. Во многом это явление обусловлено тем, что важным элементом текстильного оформления интерьера являются чехлы на мебель, покрывала и всевозможные подушки. Эти декоративные элементы могут как дополнять интерьер, так и служить акцентом, изменяющим внешний вид помещения.

Как показывают статистические данные, наиболее распространенное место в квартире, в котором возникает пожар, – это жилая комната, в интерьере которой сосредоточена наибольшая пожарная нагрузка из текстильных материалов [2].

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности текстильных материалов, установлен современными нормативными правовыми актами Российской Федерации¹ и представлен в табл. 1.

Таблица 1. Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов и для нормирования требований

Показатели пожарной опасности	Функциональное назначение				
	Шторы и занавесы	Постельные принадлежности	Элементы мягкой мебели (в том числе кожевенные)	Специальная защитная одежда	Ковровые покрытия
Воспламеняемость	+	+	+	+	+
Устойчивость к воздействию теплового потока	-	-	-	+	-
Теплозащитная эффективность при воздействии пламени	-	-	-	+	-
Распространение пламени	-	-	+	-	+

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

Показатели пожарной опасности	Функциональное назначение				
	Шторы и занавесы	Постельные принадлежности	Элементы мягкой мебели (в том числе кожаные)	Специальная защитная одежда	Ковровые покрытия
Показатель токсичности продуктов горения	+	-	+	-	+
Коэффициент дымообразования	+	-	+	-	+

Примечания: 1. Знак «+» обозначает, что показатель необходимо применять.

2. Знак «-» обозначает, что показатель не применяется.

В нашей работе исследование проведено на примере текстильных материалов, применяемых для пошива штор и занавесов. Для дизайна современных интерьеров чаще всего используются различные ткани из химических волокон ввиду их низкой стоимости по сравнению с натуральными тканями. На основе анализа материалов, наиболее часто используемых для пошива штор, для исследования была выбрана ткань из полиэфирного волокна – полиэстера (наименование согласно номенклатуре), вид переплетения – жаккардовое.

Задачи нашего исследования заключались в

- подборе составов огнезащитных композиций;
- разработке методик нанесения огнезащитных композиций;
- исследовании пожароопасных свойств обработанных образцов ткани.

Достоинства тканей из полиэфирных волокон при использовании в декоре помещений – незначительная сминаемость, отличная свето- и атмосферостойкость, высокая прочность, хорошая стойкость к истиранию и к органическим растворителям; недостатки – трудность крашения, сильная электризуемость, жесткость – устраняется химическим модифицированием.

Самым распространенным методом снижения горючести полиэфирных материалов с использованием различных огнезащитных составов является метод поверхностной обработки на стадии отделочного производства. Для придания огнезащиты методом поверхностной обработки применяется очень широкий класс добавок: фосфор- и фосфоргалогенсодержащие олигомеры, полифосфаты и другие органические соединения. Для закрепления огнезащитных составов на ткани обработка проводится в присутствии метилпольных соединений или ме-

ламиноформальдегидных смол путем сушки пропитанной ткани при температуре 60-100°C или термообработки в течение 2–3 мин при температуре 160–170°C.

Известен состав для огнезащитной отделки химических волокон на основе 5–7%-ного водного раствора фосфорсодержащего мономера (Факрил-М) с использованием окислительно-восстановительной системы $Fe^{2+}-H_2O_2$ (заявка на изобретение 93012912 Россия; опубл. 20.09.96). Однако, указанным составом необходимо проводить обработку волокон длительное время и при высокой температуре.

Известен двухстадийный способ обработки полиэфирных тканей, включающий пропитку составом «Пробан», затем гексабромциклододеканом или циклическим фосфонатом. Обработанную ткань термофиксируют, причем в случае использования гексабромциклододекана ее нагревают выше 182°C для плавления антипирена. Двухстадийность процесса и необходимость термофиксации при высоких температурах значительно затрудняют возможность практического применения предлагаемого способа.

Для снижения горючести полиэфирных материалов может быть использовано азотсодержащее производное фосфоновой кислоты – антипирен Т-2, выпускающийся в опытно-промышленном масштабе в РФ. Обработку проводят по режиму, включающему пропитку водным раствором гликазина, сушку, пропитку водным раствором антипирена Т-2 с последующей сушкой, термообработкой и промывкой. Полученные ткани из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон (в соотношении 67:33%) характеризовались значением кислородного индекса 28-30% при содержании антипирена не более 10-12%. Однако, огнезащитный эффект не устойчив в процессе многократных стирок [3].

Для огнезащиты текстиля в Германии используются препараты: FR Gros 330, представляющий собой водную винилацетатную суспензию с полифосфатом аммония, и FR Gros 334, включающий модифицированный полифосфат аммония.

Известен жидкий препарат Fyrol PBP, выпускающийся голландской фирмой Akzo, представляющий смесь пентабромдифенилоксида и арилфосфатов, содержащий около 50% брома. Он рекомендуется для снижения горючести полиэфирных тканей.

Следует отметить, что огнезащитный эффект после обработки указанными препаратами сохраняется в процессе многократных стирок. Однако огнезащитный эффект достигается при привесе на ткани 30-40 % препарата, что ухудшает гриф и приводит к снижению физико-механических показателей материалов. Кроме того, огнезащитная обработка ткани в этом случае достаточно дорогая [4, 5].

Изучив проблемные вопросы огнезащиты тканей из полиэфирного волокна, мы определили основную задачу работы, которая заключалась в разработке состава для огнезащитной обработки декоративных интерьерных тканей из полиэфирных волокон жаккардового переплетения, обеспечивающего повышенную огнестойкость, перманентность и сохранение грифа ткани после поверхностной обработки. Образец материала приведен на рис. 1.

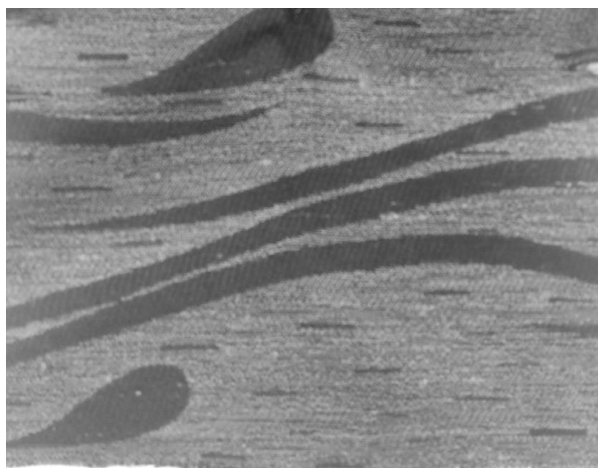


Рис. 1. Образец ткани жаккардового переплетения для пошива штор

Для отделки полиэфирных тканей и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон известен огнезащитный состав «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$). Однако, эффектив-

ность его огнезащитного действия для тканей, содержащих более 15% полиэфирного волокна, достаточно низка, так как данный огнезащитный состав разлагается при более низкой температуре в сравнении с полиэфиром.

Поэтому для исключения данных недостатков предлагается ввести коммерческий препарат «Тефлон» в водный раствор «Пироватекса». «Тефлон» – это полимер тетрафторэтилена (ПТФЭ), пластмасса, обладающая редкими физическими и химическими свойствами и широко применяемая в технике и в быту. Плотность от 2,18 до 2,21 г/см³. «Тефлон» препятствует взаимодействию ткани с химическими агентами, обеспечивает отличное водоотталкивающее действие и защиту от брызг и грязи, тефлоновое покрытие предохраняет волокна ткани от масляных и водных загрязнений, пыли и сухой грязи. Покрытие «Тефлоном» не видно визуально и не чувствуется на ощупь. Обработка «Тефлоном» подходит практически для всех видов волокон – даже для нежного шелка и тонкого хлопка, не влияет на цвет и воздухопроницаемость ткани.

Рецептура состава

- 400 г препарата «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$);
- 1000 г воды;
- 1 масс. % порошка полимер тетрафторэтилена (коммерческий препарат «Тефлон»).

Технология нанесения состава

Образцы ткани из полиэфирного волокна размерами 21x17 см в течение 72 часов выдерживаются в воде, меняя её каждые 24 часа, высушиваются и обрабатываются горячим паром.

Далее образцы ткани помещаются в раствор антипирена и выдерживаются в течение 30 минут в ультразвуковой ванне, нагретой до температуры 65°C. После чего образцы отжимаются и подвергаются термофиксации при температуре 150°C в течение 15 минут. Образцы высушиваются естественным способом.

Обработка предлагаемым составом приводит к относительному привесу испытуемых образцов полиэфира от 15 до 20 % при исходной поверхностной плотности ткани 181 г/м². Следует отметить, что это мало отражается на грифе жесткости ткани, а, следовательно, не мешает дальнейшему пошиву изделий, не ухудшаются потребительские свойства.

Испытания полиэфирной ткани на воспламеняемость проводились согласно методикам, описанным в нормативно-технической литературе². Испытания проводились на лабораторной установке компании GIBITRE Instruments S.r.l.

Для данного прибора также была изготовлена держатель-рамка, на которой установлены шпильки для крепления образца. Перед началом испытаний на основание прибора под образцом укладывали слой хлопчатобумажной ваты толщиной 10 мм. Газовую горелку прогревали в течение 2 мин. Высоту пламени регулировали вентилем. В вертикальном положении горелки она должна составлять 40 ± 2 мм.

Проведение испытаний.

Образец ткани (нетканого полотна) закрепляют на рамке таким образом, чтобы нижняя кромка образца выходила за нижнюю шпильку на 5 мм. Горелку устанавливают в горизонтальном положении на 40 мм выше нижней кромки образца и придвигают к образцу на расстояние, равное 17 мм. Время воздействия пламени на образец — 4 с.

При отсутствии устойчивого горения проводят испытание на новом образце, не изменяя положения горелки. Время воздействия пламени увеличивается до 15 с.

В случае отсутствия устойчивого горения образца необходимо изменить положение горелки: установить горелку под углом 60° к горизонтали и расположить ее таким образом, чтобы пламя касалось нижней кромки образца. Время воздействия пламени на новый образец — 5 с. При отсутствии устойчивого горения время воздействия пламени увеличивается до 15 с.

При проведении испытаний регистрируются: время остаточного горения, наличие пробежки пламени по поверхности образца, наличие загорания или тления хлопчатобумажной ваты от падающих частей или горящих капель испытуемого образца. После проведения испытаний измеряется длина обугленного участка.

Определение кислородного индекса полиэфирной ткани проводились на приборе для определения кислородного индекса OXY-GEN INDEX MODULE по методике³.

Подготовка к испытаниям.

Перед началом испытаний изготавливали образцы ткани размерами в соответствии с размерами рамки, установленной на приборе. Производили автокалибровку прибора. Устанавливали на приборе значение кислородного индекса, при котором проводят испытания.

Проведение испытаний.

Испытания проводили при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Рамку с образцом закрепляли за основание в вертикальном положении в центре колонки так, чтобы верхний край образца находился на расстоянии не менее 100 мм от верхнего открытого края колонки.

В течение не менее 30 с систему продували газовой смесью, затем в течение не более 30 с с короткими перерывами примерно через каждые 5 с воздействовали пламенем горелки на верхний конец образца до его загорания.

Начальную концентрацию кислорода в смеси с азотом изменяли до тех пор, пока не устанавливалась минимальная концентрация кислорода в смеси с азотом, которая поддерживала горение образца в течение (180 ± 3) с или при которой за время (180 ± 3) с сгорало (50 ± 1) мм образца. Минимальная концентрация должна отличаться от максимальной, не поддерживающей указанные условия горения, не более чем на 1%.

При горении образца более 183 с или, если длина сгоревшей части более (50 ± 1) мм, объемную долю кислорода уменьшают. При горении образца менее 177 с или, если длина сгоревшей части менее (50 ± 1) мм, объемную долю кислорода увеличивают.

При регулировании объемной доли кислорода образец гасили и заменяли его новым. Если прежний образец был достаточно длинным, его переворачивали или отрезали сгоревшую часть, зажимали остаток в держателе и поджигали.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе «Пирова-текса» с «Тефлоном», соответствовали установленным требованиям. Испытания проводи-

² ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» (утв. постановлением Госстандарта РФ от 29 августа 1995 г. №454). URL: <https://base.garant.ru/198774/> (дата обращения 13.03.2020).

³ ГОСТ 21793-76 Пластмассы. Метод определения кислородного индекса (утв. постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 05 мая 1976 г. №1055). URL: <https://base.garant.ru/198774/> (дата обращения 13.03.2020).

лись, как установлено методикой, на пяти образцах, вырезанных по основе, и пяти образцах, вырезанных по утку. При воздействии источника зажигания образцы плавилась, но после удаления источника зажигания плавление прекращалось. остаточного горения обнаружено не было. высота оплавленного участка об-

разца по основе составила 10 мм, по утку – 25 мм (рис. 2), что намного меньше 150 мм. Таким образом, образцы, обработанные огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», в соответствии с требованиями классифицируются как трудновоспламеняемые.



а) по основе



б) по утку

Рис. 2. Результаты испытаний образца ткани, обработанного огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95

Результаты определения кислородного индекса образцов ткани из полиэфирного волокна, обработанных огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», показали среднее значение данного показателя 27% при средней скорости распространения пламени 0,96 мм/с. Данный результат можно считать удовлетворительным, и текстильный материал, обработанный полученным составом, может относиться к трудногорючим.

В результате исследования был получен огнезащитный состав (400 г препарата «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$), 1000 г воды, 1 масс. % порошка полимер тетрафторэтилена (коммерческий препарат «Тефлон»), позволяющий предотвращать воспламенение тканого материала жаккардового переплетения из полиэфирного волокна декоративного назначения.

Список литературы

1. Болодьян Г. И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных

материалов и изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. Москва, 2003. 177 с.

2. Самойлов Д. Б. Управление системой обеспечения пожарной безопасности че-

ловека в жилом здании: дис. ... канд. техни. наук: 05.13.10. Москва, 2011. 184 с.

3. Зубкова Н. С, Антонов Ю. С. Снижение горючести текстильных материалов -- решение экологических и социально-экономических проблем // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2002. т. XLVI. № 1. С. 96–103

4. Разработка огнезащитных составов для текстильных материалов / С. А. Сырбу [и др.] // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (39). 2011. <http://academygps.ru/ttb>.

5. Дутикова О. С. Ингибирование процессов термоллиза и горения полиэтилентерефталата с использованием пенококсообразующих систем: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.06. Москва, 2005. 134 с.

References

1. Bolodian G. I. *Kompleksniy podhod k sozdaniyu pozharobezopasnih tekstilnih materialov i izdeliy*: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.03 [An integrated approach to the creation of fireproof textile materials and products: dis. ... kand. texni. nauk. 05.26.03]. Moscow, 2003, 177 p.

2. Samojlov D. B. *Upravlenie sistemoy*

obespecheniya pozharnoj bezopasnosti cheloveka v zhilom zdanii: dis. ... kand. texni. nauk [Management of the human fire safety system in a residential building. Kand. tech. sci. diss. 05.13.10. Moscow, 2011. 184 p.

3. Zubkova N. S, Antonov Yu. S. Snizhenie goryuchesti tekstil'ny'x materialov – reshenie e`kologicheskix i social'no-e`konomicheskix problem [Reducing the combustibility of textile materials-solving environmental and socio-economic problems]. *Rossijskij ximicheskij zhurnal (Zh. Ros. xim. ob-va im. D. I. Mendeleeva)*, 2002, vol. XLVI, issue 1, pp. 96–103.

4. Razpabotka ognezashitnih sostavov dly tekstilnih materialov [Development of flame retardants for textile materials] / S. A. Syrbu [et al.]. *Tekhnologii tekhnosferhoy bezopasnosti*, 2011, vol. 5(39). <http://academygps.ru/ttb>.

5. Dutikova O. S. *Ingibirovanie protsessov termoliza i goreniya polietilentereftalata s ispol'zovaniem penokoksoobrazuyuschih sistem*: dis. ... kand. him. nauk: 02.00.06 [The processes of thermolysis and burning of polyethyleneterephthalate inhibition with foam-forming systems using: dis. ... Kand. him. sci. diss 02.00.06]. Moscow, 2005, 134 p.

Сырбу Светлана Александровна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

доктор химических наук, профессор

E-mail: syrbue@yandex.ru

Syrbu Svetlana Alexandrovna

Federal State 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 chemistry sciences, professor

E-mail: syrbue@yandex.ru

Салихова Аниса Хамидовна

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент

E-mail: salina_77@mail.ru

Salikhova Anisa Khamidovna

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

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: salina_77@mail.ru

УДК 614.84

ИЗУЧЕНИЕ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСМЕЩЕННОЙ ОЦЕНКИ

В. В. ХАРИН, Е. В. БОБРИНЕВ, Е. Ю. УДАВЦОВА, А. А. КОНДАШОВ

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России,
Российская Федерация, г. Балашиха
E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Проанализированы различные подходы к оценке уровня пожарной опасности территорий в Российской Федерации. Рассмотрены проблемные вопросы, возникающие при использовании для оценки уровня пожарной опасности таких показателей, как «количество пожаров» и «количество погибших людей при пожарах».

Из-за изменения порядка учета пожаров и их последствий в 2018 г. в Российской Федерации произошел рост количества пожаров и погибших на них людей. В связи с этим рассмотрена возможность для оценки уровня пожарной опасности использовать показатель «количество пожаров и загораний», однако данная оценка будет смещенной, так как при таком подходе суммируются явно неоднородные события. Использование показателя «среднее количество погибших при пожарах людей» для оценки уровня пожарной опасности также является некорректным, поскольку законом нормируется не средняя гибель людей при пожарах, а гибель хотя бы одного человека в результате пожара.

Показано, что показатель «количество пожаров с гибелью людей» дает несмещенную оценку уровня пожарной опасности. Рассмотрено использование показателя «соотношение количества погибших и травмированных при пожарах» для характеристики уровня пожарной опасности. Изучена динамика уровня пожарной опасности в Российской Федерации с использованием показателей «количество пожаров с гибелью» и «соотношение травмированных и погибших при пожарах».

Ключевые слова: количество пожаров, пожарная опасность, гибель, травмирование, несмещенная оценка

STUDY OF THE FIRE HAZARD LEVEL IN THE RUSSIAN FEDERATION USING UNBIASED ESTIMATION

V. V. KHARIN, E. V. BOBRINEV, E. YU. UDAVTSOVA, A. A. KONDASHOV

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia
Russian Federation, Balashikha
E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Various approaches to estimating the level of fire danger of territories in the Russian Federation are analyzed. The problem issues that arise when using such indicators as «number of fires» and «number of people killed in fires» to assess the level of fire danger are considered.

Due to changes in the accounting procedure for fires and their consequences, the number of fires and people killed in them increased in the Russian Federation in 2018. In this regard, it is considered possible to use the indicator «number of fires and fires» to assess the level of fire danger, but this estimate will be biased, since this approach summarizes clearly heterogeneous events. The use of the indicator «average number of people killed in fires» to estimate the level of fire danger is also incorrect, since the law does not normalize the average death of people in fires, but the death of at least one person as a result of a fire.

It is shown that the indicator «number of fires with loss of life» gives an unbiased estimation of the level of fire danger. The use of the indicator «the ratio of the number of dead and injured in fires» to characterize the level of fire danger is considered. The dynamics of the fire danger level in the Russian Federation was studied using the indicators «number of fires with death» and «ratio of injured and dead in fires».

Key words: the number of fires, fire danger, death, injury, unbiased estimation.

Уровень пожарной опасности характеризует возможность возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Для количественной оценки уровня пожарной опасности какой-либо территории часто используют такой показатель как количество пожаров. До 2018 г. количество пожаров в Российской Федерации неуклонно снижалось. Так, за период с 2010 по 2018 г. данный показатель уменьшился почти на 25% [1]. Учет пожаров и их последствий осуществляется в соответствии с приказом МЧС России от 21.10.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий». В 2018 г. в порядок учета пожаров и их последствий приказом МЧС России от 08.10.2018 № 431 «О внесении изменений в порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714» был внесен ряд изменений. В частности, было исключено слово «загорание», соответственно все случаи горения, которые ранее рассматривались как «загорания», теперь учитываются как «пожары».

Изменение порядка учета пожаров привело к резкому росту количества пожаров.

Так, если в 2018 г. в Российской Федерации было зарегистрировано 131,8 тыс. пожаров, то в 2019 г. количество пожаров возросло в 3,6 раза до 471,1 тыс. [1].

В связи с изменением порядка учета пожаров и их последствий возникает вопрос, как получить несмещенную оценку уровня пожарной опасности. Одно из возможных решений этой проблемы состоит в том, чтобы использовать показатель, равный сумме количества пожаров и загораний. В качестве примера на рис. 1 показано распределение количества пожаров и загораний в Российской Федерации за период с 2014 по 2019 г. [1]. В 2014–2016 гг. наблюдалось значительное снижение количества пожаров и загораний, в последующие годы количество пожаров и загораний меняется незначительно. Однако, количество пожаров и загораний дает смещенную оценку при определении уровня пожарной опасности, т.к. в числе загораний учитываются случаи горения, при которых отсутствует какой-либо социальный (гибель и травмирование людей) и материальный ущерб, то есть при таком подходе суммируются явно неоднородные события.

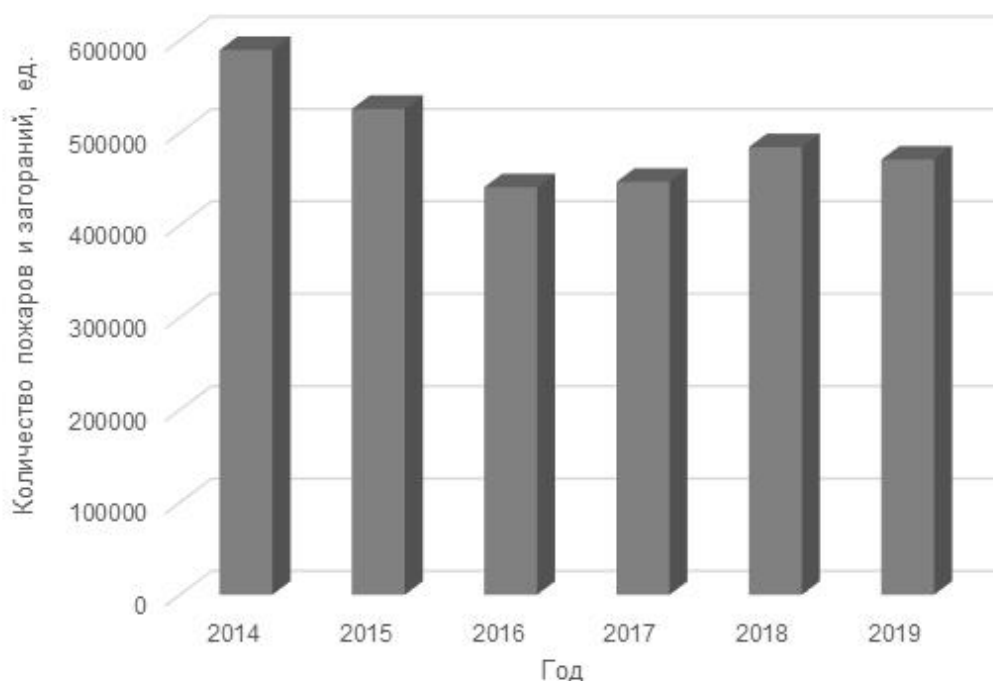


Рис. 1. Количество пожаров и загораний в Российской Федерации за период с 2014 по 2019 гг.

Другим показателем, который используют для оценки уровня пожарной опасности, является количество погибших при пожарах [2]. Чтобы выяснить, насколько корректно использование данного показателя при оценке

уровня пожарной опасности, было проведено изучение зависимости количества пожаров от числа погибших на одном пожаре людей. В качестве примера на рис. 2 приведено распределение количества пожаров с гибелью для 5-

ти этажных домов в Российской Федерации в зависимости от количества погибших на одном пожаре за период с 2014 по 2018 гг. [1]. Если случаи гибели людей на пожаре являются независимыми событиями, то вероятность того, что на пожаре погибнет два человека, равна квадрату вероятности гибели одного человека. В этом случае распределение на рис. 2 должно описываться законом Пуассона. Однако из ри-

сунка видно, что точки, соответствующие количеству пожаров с гибелью двух и более человек, лежат существенно выше кривой распределения Пуассона. Следовательно, вероятность гибели двух и более человек на пожаре больше квадрата вероятности гибели одного человека, и случаи гибели двух и более человек на пожаре не являются независимыми событиями.

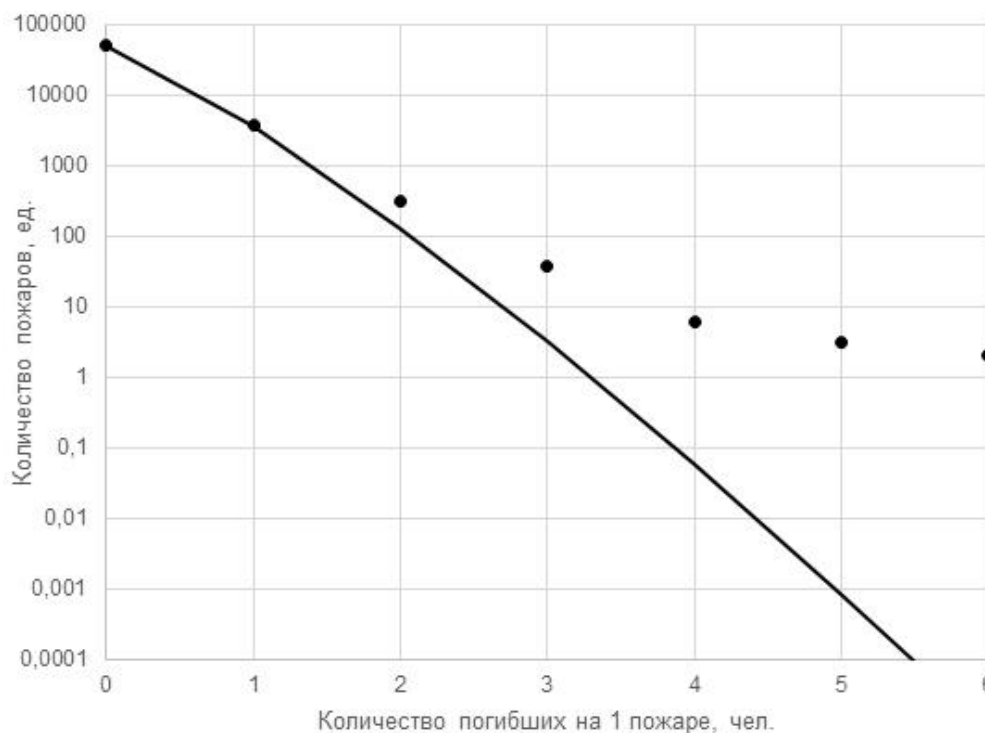


Рис. 2. Распределение среднегодового количества пожаров в зависимости от количества погибших на одном пожаре для 5-этажных домов. Кривая – распределение Пуассона

В Федеральном законе от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент) определен допустимый уровень индивидуального пожарного риска, превышение которого может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара. В соответствии с Техническим регламентом индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке. Таким образом законом нормируется не средняя гибель людей при пожарах, а гибель хотя бы одного человека в результате пожара, в этом случае использование показателя «среднее количество погибших при пожарах людей» для оценки уровня пожарной опасности будет некорректным, так как условная ве-

роятность гибели людей, попавших в зону действия опасных факторов пожара, будет варьировать и зависеть от их нахождения от выхода из здания и от места возникновения пожара.

По нашему мнению, для получения несмещенной оценки уровня пожарной опасности следует использовать показатель «количество пожаров с гибелью людей», который можно интерпретировать как количество пожаров, при которых был превышен допустимый уровень пожарного риска. Было проведено изучение данного показателя за период с 2010 по 2019 гг. для федеральных округов Российской Федерации и в целом по стране. На рис. 3 приведены распределения количества пожаров с гибелью людей по федеральным округам Российской Федерации, на рис. 4 – в целом по Российской Федерации. Как видно из рисунков, в 2010-2017 гг. происходило снижение количества пожаров с гибелью во всех федеральных

округах. За этот период количество пожаров с гибелью в Российской Федерации снизилось на 39,6%. Наибольшее снижение произошло в

Приволжском федеральном округе (42,5%), наименьшее – в Уральском федеральном округе (34,0%).

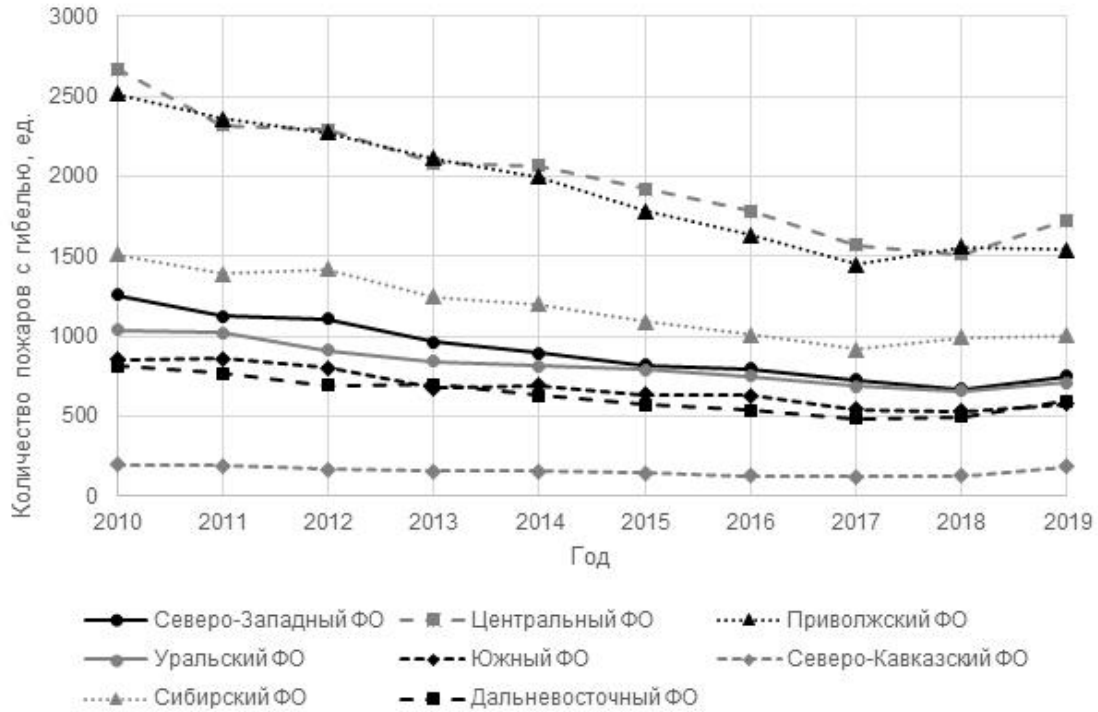


Рис. 3. Распределение количества пожаров с гибелью людей по федеральным округам Российской Федерации за период 2010–2019 гг.

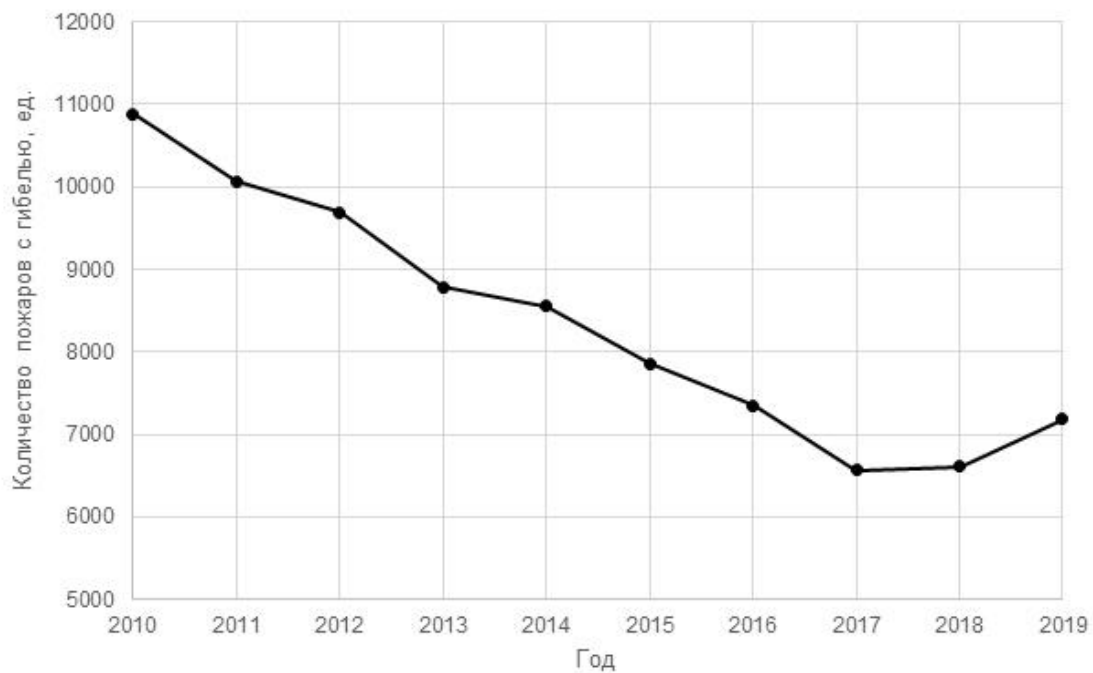


Рис. 4. Распределение количества пожаров с гибелью людей в Российской Федерации за период 2010–2019 гг.

Следует отметить, что в 2018 и 2019 гг. произошло увеличение количества пожаров с гибелью. По-видимому, это связано с изменениями в порядке учета пожаров и их последствий, внесенными приказом МЧС России от 08.10.2018 № 431. В соответствии с этими изменениями, «берутся на учет погибшие при пожаре люди, смерть которых наступила на месте пожара или умершие от его последствий в течение 30 последующих суток». Указанный

рост количества пожаров с гибелью отмечается во всех федеральных округах.

Для сравнения уровней пожарной опасности территорий удобно использовать показатель «среднее количество пожаров с гибелью людей в расчете на 100 тыс. жителей». На рис. 5 приведено распределение данного показателя для федеральных округов и в целом по Российской Федерации за период 2010-2019 гг.

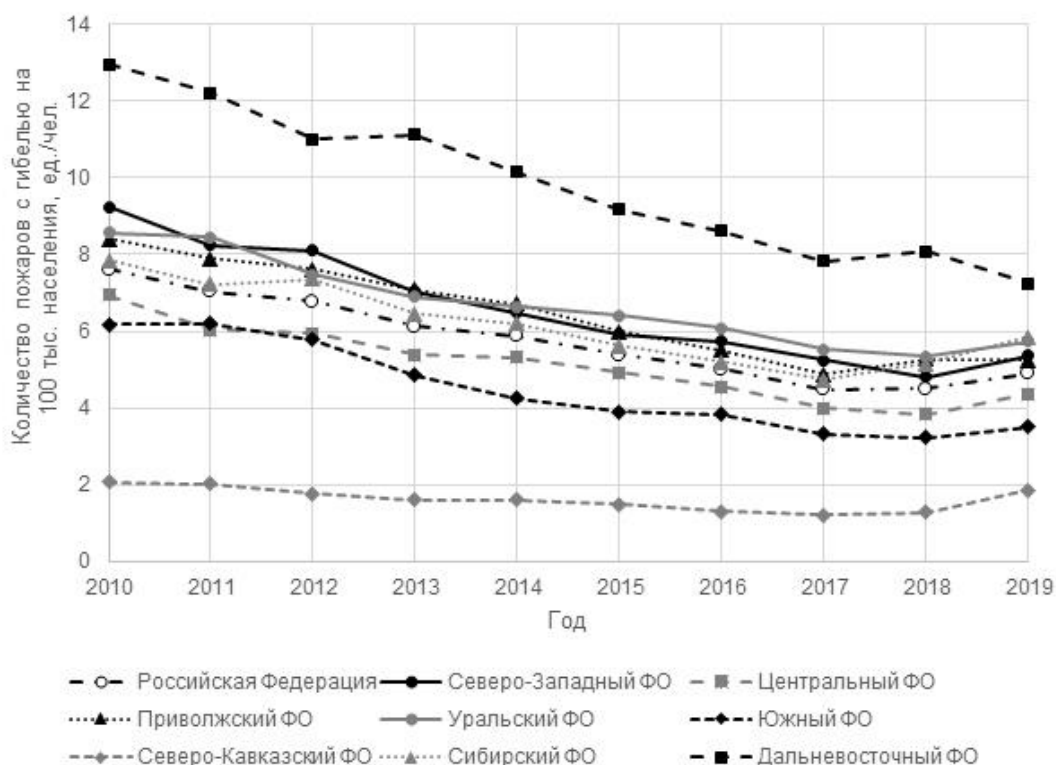


Рис. 5. Распределение показателя «среднее количество пожаров с гибелью людей в расчете на 100 тыс. жителей» для федеральных округов и целом по Российской Федерации за период 2010–2019 гг.

Как видно из рисунка, самый низкий уровень пожарной опасности наблюдается в Северо-Кавказском федеральном округе. Количество пожаров с гибелью в расчете на численность населения здесь в 2,6 раза меньше, чем в среднем по Российской Федерации, и почти в 4 раза меньше, чем в Дальневосточном федеральном округе, где фиксируется наиболее высокий уровень пожарной опасности. В остальных федеральных округах количество пожаров с гибелью в расчете на численность населения отличается от среднероссийского значения не более, чем на 30%, причем в Северо-Западном, Приволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах значения этого показателя выше среднероссий-

ского, а в Центральном и Южном федеральных округах – ниже среднероссийского значения.

В ряде исследований для оценки уровня пожарной опасности предлагается использовать показатель «отношение количества травмированных при пожарах людей к погибшим» [3–5]. По мнению авторов публикаций, этот показатель характеризует уровень развития мероприятий противопожарной защиты (средства пожарной сигнализации в жилых домах, первичные средства пожаротушения и др.), которые частично нейтрализуют опасные факторы пожара, снижая количество погибших при пожарах людей. Следует отметить, что позднее проведение мероприятий по спасению людей, например, через 10–15 минут после

начала пожара, увеличивает количество погибших [6].

Таким образом, по соотношению количества травмированных и погибших можно характеризовать уровень пожарной опасности – чем меньше значение этого показателя, тем сильнее воздействие опасных факторов пожара на людей.

На рис. 6 показано отношение травмированных и погибших при пожарах людей для федеральных округов, а на рис. 7 – в целом по Российской Федерации за период 2010–2019 гг. В Российской Федерации до 2018 г. наблюдалась положительная динамика данного показателя. С 2010 по 2018 гг. отношение травмированных и погибших при пожарах людей увеличилось на 21%, что указывает на снижение степени относительной опасности пожаров. Однако в 2019 г. произошло снижение данного показателя, что может быть связано с изменением порядка учета пожаров и их последствий, внесенных приказом МЧС России от 08.10.2018 № 431.

Для Северо-Кавказского федерального округа отношение травмированных и погибших при пожарах существенно выше среднего по Российской Федерации (примерно на 60%), что указывает на существенно более низкий уровень пожарной опасности в этом федеральном округе. За период с 2010 по 2017 гг. данный показатель в Северо-Кавказском федеральном округе увеличился на 24%, однако затем произошло снижение до уровня 2010 г.

Значения отношения травмированных и погибших при пожарах для остальных федеральных округов колеблются около среднероссийского значения, причем в Центральном и Приволжском федеральных округах отношение травмированных и погибших несколько ниже среднего по Российской Федерации, что соответствует более высокому уровню пожарной опасности. В Южном и Уральском федеральных округах отношение травмированных и погибших несколько выше среднего по Российской Федерации, что соответствует более низкому уровню пожарной опасности.

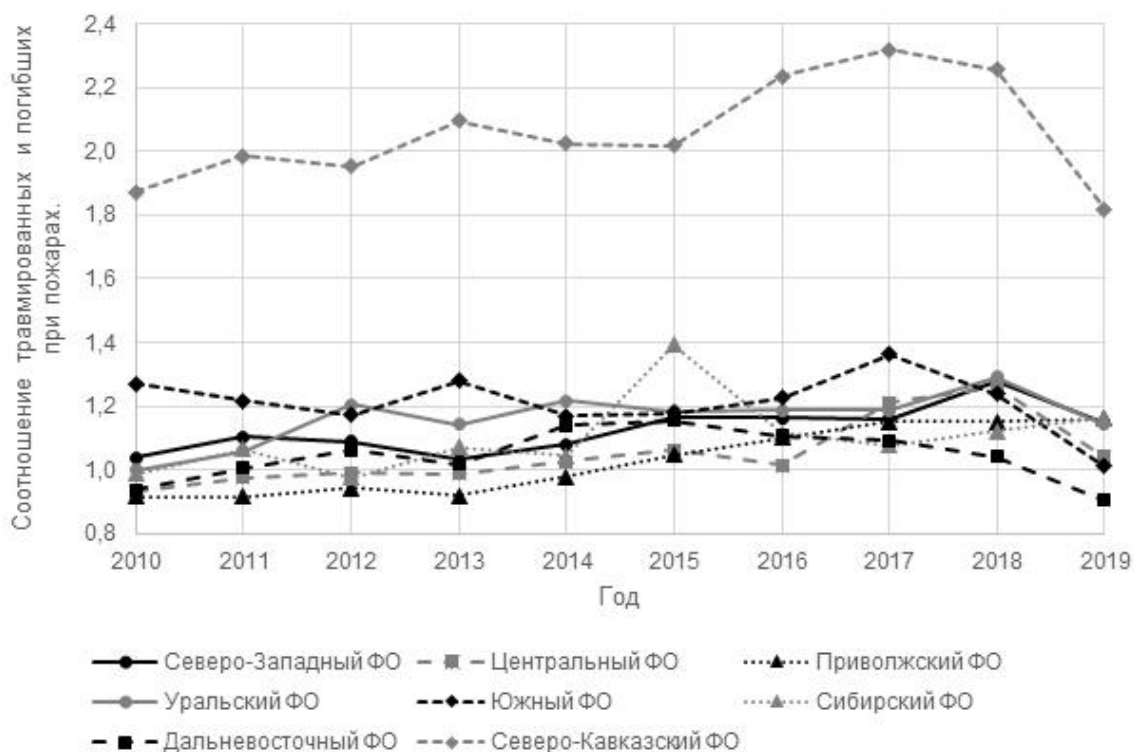


Рис. 6. Отношение травмированных и погибших людей при пожарах для федеральных округов Российской Федерации за период 2010–2019 гг.

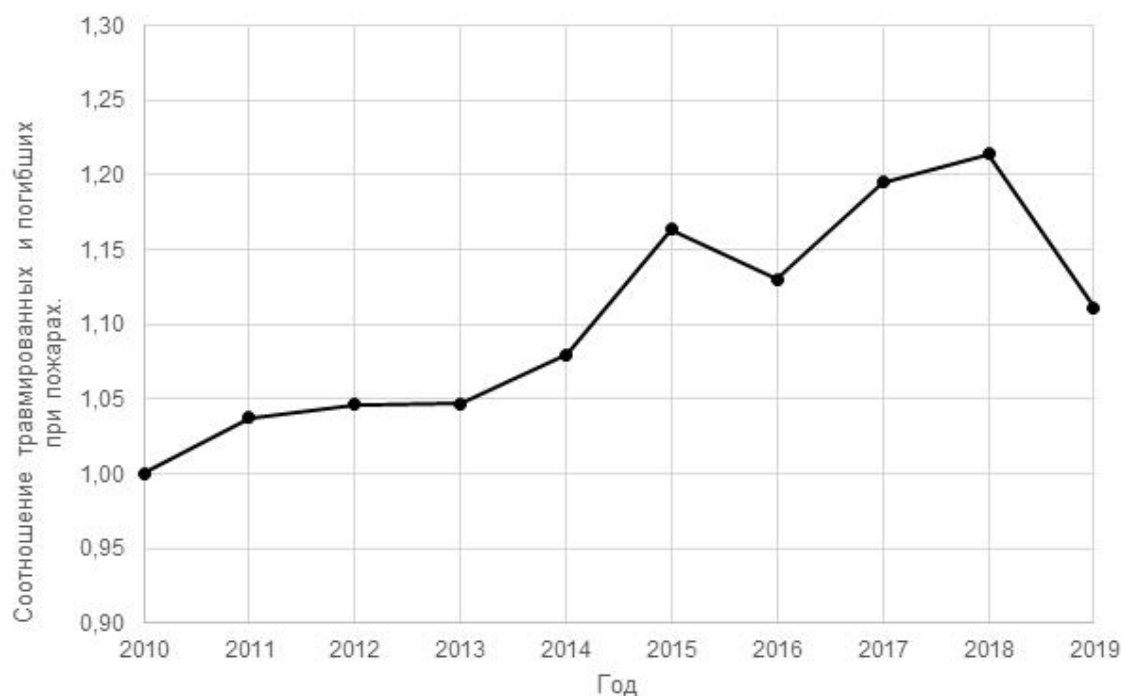


Рис. 7. Отношение травмированных и погибших людей при пожарах в Российской Федерации за период 2010–2019 гг.

Проведенные исследования показывают, что использование таких показателей, как количество пожаров и количество погибших при пожарах может приводить к погрешностям при оценке уровня пожарной опасности. Для получения несмещенной оценки уровня пожарной опасности рекомендуется использовать такие показатели, как количество пожаров

с гибелью людей и отношение количества травмированных и погибших при пожарах. Изучение обстановки с пожарами в Российской Федерации за последнее десятилетие с использованием рекомендованных показателей указывает на снижение уровня пожарной опасности.

Список литературы

1. Статистика пожаров за 2010-2019 год. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-rascetov/operativnye-dannye-pozaram> (дата обращения: 03.03.2020).
2. Исследование зависимости риска гибели людей на пожарах от времени прибытия первого пожарного подразделения / А. А. Порошин [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 9. С. 3–9.
3. Евдокимов В. И., Алексанин С. С., Бобринев Е. В. Анализ показателей заболеваемости, травматизма, инвалидности и смертности сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.): монография. Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. Санкт-Петербург: Политехни-

ка-принт, 2019. 167 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих; Вып. 7).

4. Риски гибели и травмирования людей на пожарах / А. А. Порошин [и др.] // Вестник НЦБЖД. 2019. Т. 40. № 2. С. 127–132.
5. Статистический подход оценки степени пожарной опасности по соотношению травмированных и погибших при пожарах людей / В. В. Харин [и др.] // Вестник НЦБЖД. 2019. Т. 42. № 4. С. 127–135.
6. Исследование зависимости гибели людей при пожарах от времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар / В. А. Маштаков [и др.] // Актуальные проблемы пожарной безопасности: XXXI Международная научно-практическая конференция. М.: ВНИИ-ПО, 2019. С. 496–499.

References

1. Statistika požarov za 2010-2019 god. [Fire statistics for 2010-2019]. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-raschetov/operativnye-dannye-pozaram> (Access data: 03.03.2020).
2. Issledovanie zavisimosti riska gibeli lyudej na požarah ot vremeni pribytiya pervogo požarnogo podrazdeleniya [Investigation of the dependence of the risk of death in fires on the time of arrival of the first fire Department] / A. A. Poroshin [et al.]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2019, vol. 9, pp. 3–9.
3. Evdokimov V. I. Aleksanin S. S., Bobrinev E. V. *Analiz pokazatelej zaboлеваemosti, travmatizma, invalidnosti i smernosti sotrudnikov Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby Rossii (1996–2015 gg.): monografiya* [Analysis of indicators of morbidity, injuries, disability and mortality of employees of the State fire service of Russia (1996-2015): monograph]. Vserossijskij centr ekstremnoj i radiacionnoj mediciny im. A. M. Niki-forova MCHS Rossii. Sankt-Peterburg: Politekhni-ka-print, 2019, 167 p. (Seriya «Zaboлеваemost' voennosluzhashchih; Issue 7).
4. Riski gibeli i travmirovaniya lyudej na požarah. [Risks of death and injury in fires] / A. A. Poroshin [et al.]. *Vestnik NCBZHD*, 2019, vol. 40, issue 2, pp. 127–132.
5. Statisticheskij podhod ocenki stepeni požarnoj opasnosti po sootnosheniyu travmirovannyh i pogibshih pri požarah lyudej [Statistical approach to assessing the degree of fire danger by the ratio of injured and dead people in fires.] / V. V. Kharin [et al.]. *Vestnik NCBZHD*, 2019, vol. 42, issue 4, pp. 127–135.
6. Issledovanie zavisimosti gibeli lyudej pri požarah ot vremeni pribytiya pervogo požarnogo podrazdeleniya na požar. Aktual'nye problemy požarnoj bezopasnosti [Investigation of the dependence of the death of people in fires on the time of arrival of the first fire Department to the fire.] / V. A. Mashtakov [et al.]. *Aktual'nyye problemy požarnoj bezopasnosti: XXXI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya*. M.: VNIPO, 2019, pp. 496–499.

Харин Владимир Владимирович

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Российская Федерация, Московская область, г. Балашиха
начальник отдела

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Kharin Vladimir Vladimirovich

Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
Head of Department

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Бобринев Евгений Васильевич

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Российская Федерация, Московская область, г. Балашиха
ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Bobrinev Evgeny Vasilyevich

Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
Leading Researcher, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Удавцова Елена Юрьевна

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Российская Федерация, Московская область, г. Балашиха
старший научный сотрудник, кандидат технических наук

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Udavtsova Elena Yuryevna

Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Кондашов Андрей Александрович

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России,
Российская Федерация, Московская область, г. Балашиха

ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

Kondashov Andrei Alexandrovich

Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of the
Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

Leading Researcher, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

E-mail: otdel_1_3@mail.ru

УДК 614.84

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Е. А. ШВАРЕВ

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

В данном исследовании разработана вероятностная модель обстановки с пожарами на территории Ивановской области. Выявлены закономерности, складывающиеся в ситуации обстановки с пожарами на территории Ивановской области. Получены прогнозные значения ожидаемого количества пожаров в 2020 году.

Для построения вероятностной модели были применены адаптивные модели прогнозирования (модели экспоненциального сглаживания класса ETS). В ходе исследования было протестировано несколько моделей с последующим выбором оптимальной. Данная модель была обучена, протестирована на контрольной выборке и применена для построения прогноза обстановки с пожарами на территории Ивановской области в 2020 году.

Результаты исследования могут быть полезны в повседневной деятельности сотрудников органов государственного надзора в области пожарной безопасности при планировании мероприятий по надзору, профилактике пожаров, а также для оценки обстановки с пожарами на конкретной территории.

Ключевые слова: пожарная безопасность, прогнозирование, временные ряды, вероятностная модель, интеллектуальный анализ данных.

FIRE MODELING BASED ON DATA MINING

E. A. SHVAREV

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: e_shvarev@inbox.ru

In this study, a probabilistic model of the situation with fires in the Ivanovo region is developed. The regularities emerging in the situation of fires in the Ivanovo region are revealed. The predicted values of the expected number of fires in 2020 are obtained.

To build the probabilistic model, adaptive forecasting models (exponential smoothing models of the ETS class) were used. During the study, several models were tested with the subsequent selection of the optimal one. This model was trained, tested on a control sample and used to build a forecast of the situation with fires in the Ivanovo region in 2020.

The results of the study can be useful in the daily activities of employees of state oversight bodies in the field of fire safety when planning activities for the supervision and prevention of fires, as well as for assessing the situation with fires in a specific territory.

Key words: fire safety, forecasting, time series, probabilistic model, data mining.

Введение

Одним из показателей состояния системы обеспечения пожарной безопасности является количество зарегистрированных пожаров. При разработке органами государ-

ственного надзора в области пожарной безопасности мероприятий, направленных на снижение данного показателя должны учитываться тенденции, сложившиеся на определенной территории в конкретный период времени. Научно-обоснованное выявление таких тенденций и прогнозирование возможных сценариев развития обстановки с пожарами с це-

лью разработки превентивных надзорных, профилактических и других противопожарных мероприятий является важной и актуальной задачей, что согласуется с результатами ряда исследований [1, 2, 3].

Необходимо отметить, что задача моделирования обстановки с пожарами относится к области интеллектуального анализа данных, связанной с технологиями машинного обучения и искусственного интеллекта, а ее эффективное решение может быть получено только с применением современной теории временных рядов.

В настоящее время в области моделирования и прогнозирования временных рядов существует множество методов и моделей, позволяющих строить прогнозные модели для достаточно широкого спектра объектов. В данной работе была разработана вероятностная модель обстановки с пожарами на территории

Ивановской области на основе адаптивной модели экспоненциального сглаживания с учетом наличия тренда и сезонности.

Разработка модели

Моделирование обстановки с пожарами проводилось в специализированной программной среде «R», предназначенной для статистической обработки данных и моделирования.

Первичные исходные данные по количеству пожаров, произошедших на территории Ивановской области в 2013–2019 гг. представлены в табл. 1. Они представляют собой значения количественной переменной «количество пожаров», зафиксированные в последовательные временные промежутки (месяц), а значит, могут рассматриваться, как временной ряд.

Таблица 1. Количество пожаров, произошедших на территории Ивановской области

месяц, год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
январь	94	99	72	96	162	149	150
февраль	89	79	85	56	108	113	94
март	91	85	117	90	135	180	125
апрель	124	131	91	105	536	711	1515
май	109	133	96	102	537	690	738
июнь	81	87	75	76	231	305	401
июль	66	82	73	80	204	197	140
август	71	70	71	70	225	312	172
сентябрь	69	66	87	76	192	232	140
октябрь	91	75	118	119	161	222	131
ноябрь	85	69	73	86	147	181	162
декабрь	98	89	81	77	138	179	154

Разработка вероятностной модели обстановки с пожарами осуществлялась поэтапно. На первом этапе на основе данных по количеству пожаров, произошедших на территории Ивановской области в 2013–2015 гг. было протестировано несколько вариантов из набора возможных моделей, применяемых при моделировании и прогнозировании временных рядов по методу экспоненциального сглаживания. Затем была отобрана модель, наилучшим образом зарекомендовавшая себя на первом этапе. По этой модели были получены прогнозные значения количества пожаров для каждого месяца 2016 года. На втором этапе была проверена адекватность предложенной модели посредством вычисления средней относительной ошибки прогноза. На третьем этапе на основе данных по количеству пожаров, произошедших в Ивановской области в 2017–2019 гг. была выполнена окончательная корректировка и настройка модели, а также

рассчитаны прогнозные значения количества пожаров на 2020 год.

Динамика количества пожаров, произошедших на территории Ивановской области в 2013–2015 гг. представлена на рис. 1.

В общем случае в структуре временного ряда могут присутствовать трендовая, сезонная и случайная составляющие, причем каждая из этих составляющих может носить как аддитивный, так и мультипликативный характер. Моделирование рассматриваемого временного ряда проводилось по нескольким моделям класса экспоненциального сглаживания с возможностью учета трендовой и сезонной составляющих [4, 5]. В работе [6] выделен класс моделей экспоненциального сглаживания, так называемые ETS модели (по первым буквам английских слов Errors, Trend, Seasonality). Согласно приведенной классификации любая модель класса ETS в зависимости от характера случайной компоненты, трендовой и

сезонной составляющих может быть обозначена тремя заглавными английскими буквами, первая из которых характеризует случайную компоненту, вторая – тренд, третья – сезонность (N – отсутствует, A – аддитивный характер, M – мультипликативный характер).

Для предварительного анализа структуры рассматриваемого временного ряда была построена автокорреляционная функция уровней рассматриваемого ряда (рис. 2).

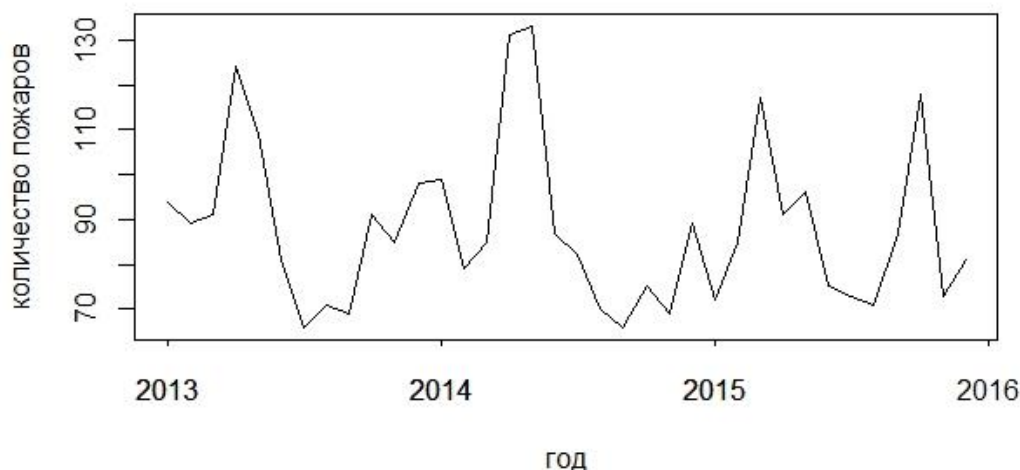


Рис. 1. Динамика количества пожаров, произошедших в Ивановской области в 2013–2015 гг.

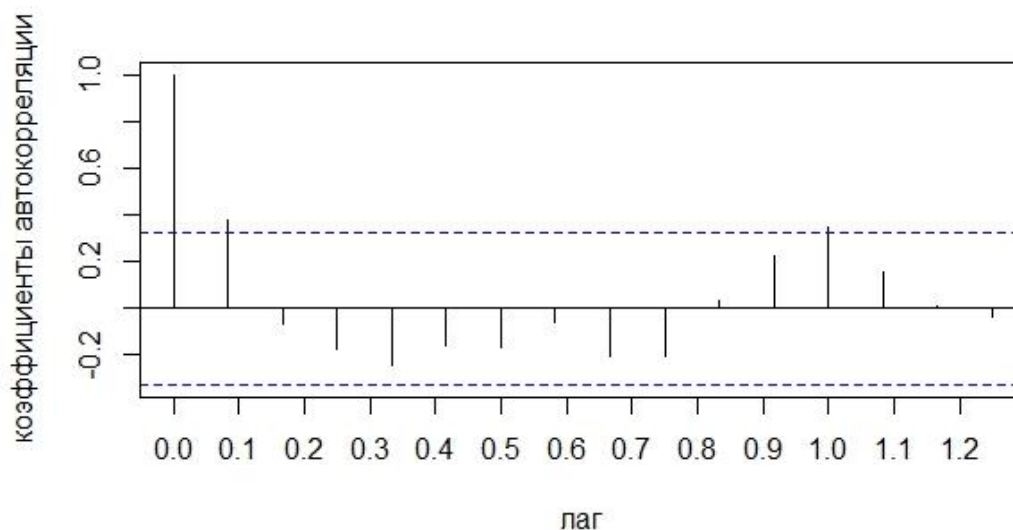


Рис. 2. Автокорреляционная функция временного ряда количества пожаров, произошедших в Ивановской области в 2013–2015 гг.

Анализ представленного графика показывает наличие значимых коэффициентов автокорреляции на лагах порядка 1 и 12, что может свидетельствовать о наличии трендовой составляющей (линейного характера), а также о наличии сезонности с периодом равным одному году.

Таким образом, из набора моделей ETS, которые целесообразно протестировать на обучающей выборке были исключены мо-

дели с отсутствующими трендом и сезонностью. Оставшиеся восемь моделей были протестированы, а результаты моделирования сравнены между собой. Сравнение протестированных моделей и выбор наилучшей из них проводилось с помощью информационного критерия Акаике, который позволяет сравнивать модели одного класса между собой (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение моделей класса ETS

Код модели ETS	Расшифровка кода модели			Значение информационного критерия Акаике (AIC)
	Характер случайной компоненты	Характер тренда	Характер сезонности	
AAA	аддитивный	аддитивный	аддитивный	340
AAM	аддитивный	аддитивный	мультипликативный	336
AMA	аддитивный	мультипликативный	аддитивный	340
AMM	аддитивный	мультипликативный	мультипликативный	336
MAA	мультипликативный	аддитивный	аддитивный	336
MAM	мультипликативный	аддитивный	мультипликативный	330
MMA	мультипликативный	мультипликативный	аддитивный	336
MMM	мультипликативный	мультипликативный	мультипликативный	332

Сравнение значений информационного критерия AIC, представленных в табл. 2, свидетельствует о том, что лучшей является модель «MAM», для которой значение указанного критерия является наименьшим из всех рассмотренных моделей.

Далее, выбранная модель была применена для разложения исходного временного ряда на структурные составляющие (случайную, трендовую и сезонную), графики которых представлены на рис. 3.

Для контроля качества построенной модели были построены графики остатков мо-

дели, автокорреляционной функции остатков, а также гистограммы остатков с наложенной нормальной кривой (рис. 4).

Анализ представленных графиков свидетельствует, что модель «MAM» построена качественно, так как колебания остатков модели несут случайный характер, не формируя какую-либо закономерность, значимая автокорреляция остатков отсутствует, распределение остатков близко к нормальному со средним, расположенным около нуля.

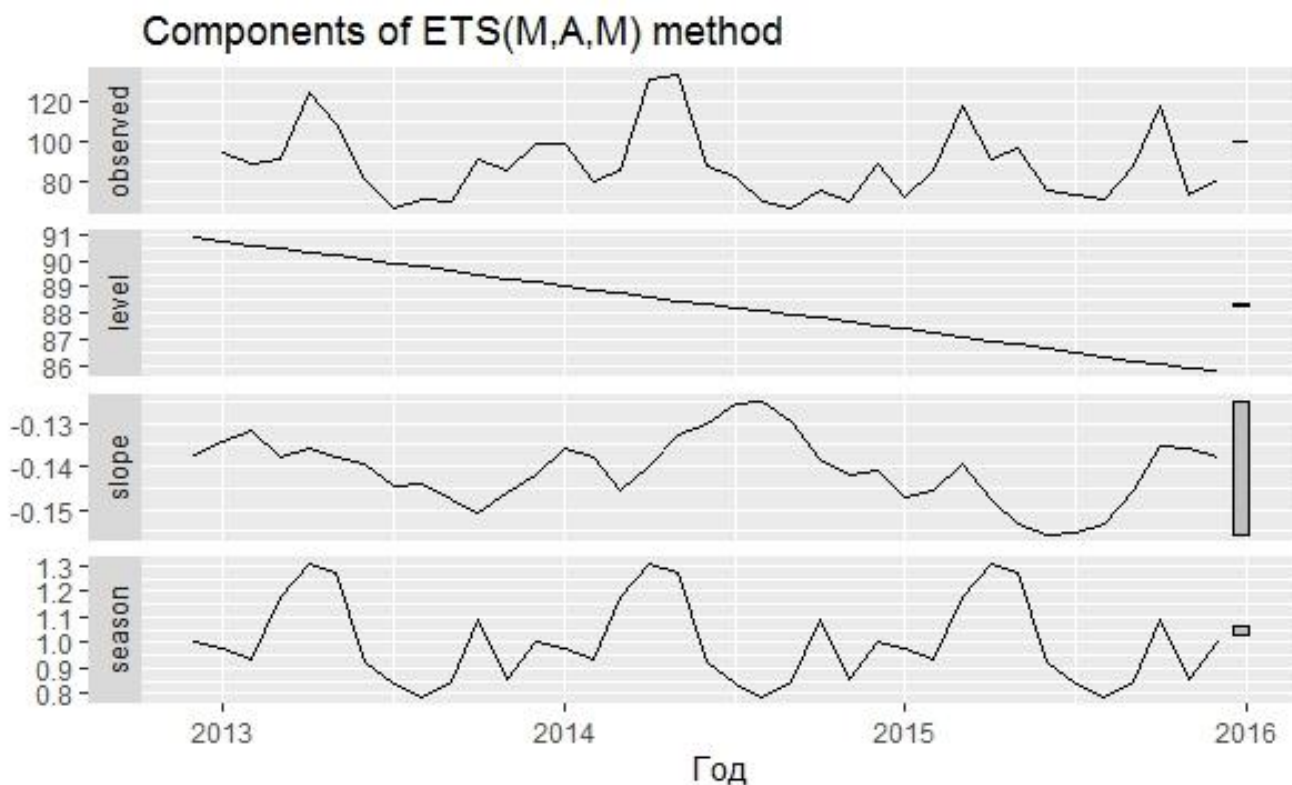


Рис. 3. Разложение обучающего временного ряда на структурные составляющие по модели «MAM»

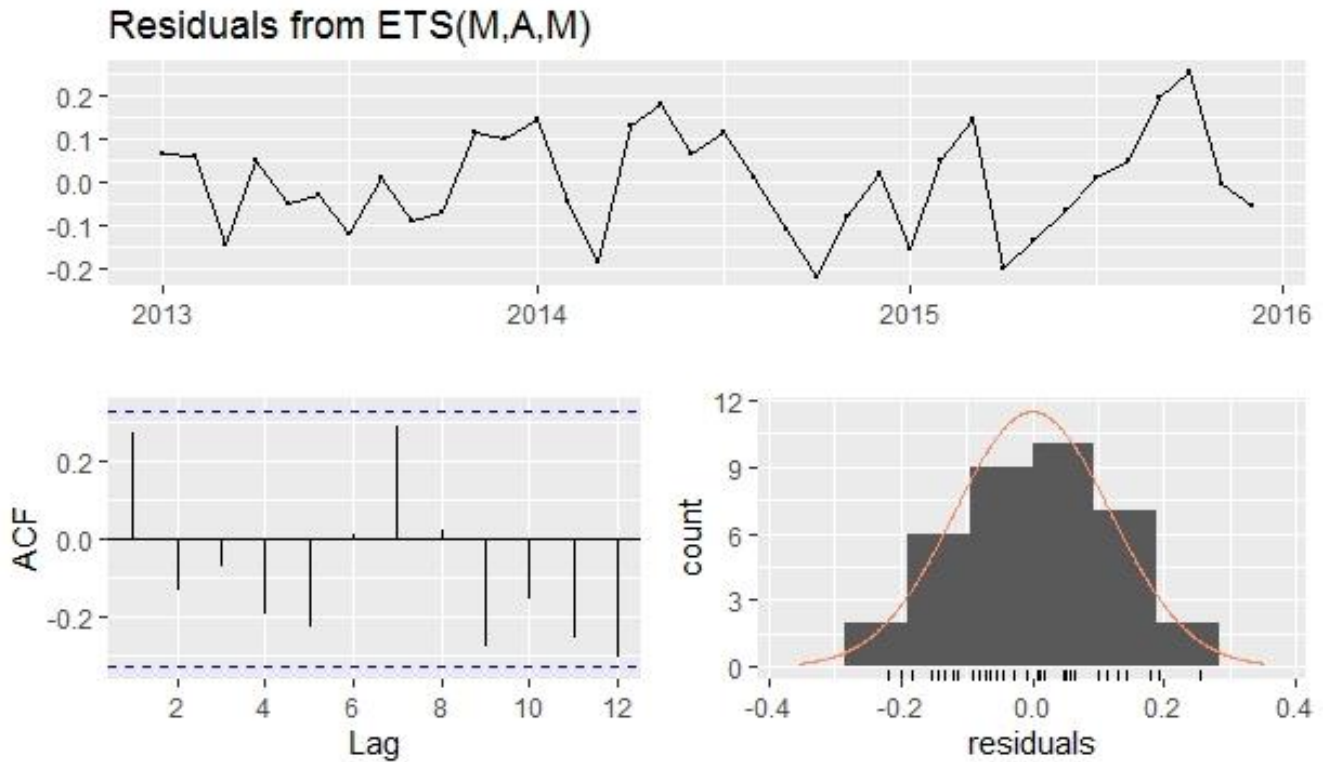


Рис. 4. Графики остатков, автокорреляционной функции остатков, гистограмма остатков с наложенной нормальной кривой (модель «МAM»)

На следующем этапе была выполнена проверка адекватности построенной модели. Данная задача решалась путем получения прогнозных значений количества пожаров на 2016 год по модели «МAM» и расчетом сред-

ней относительной ошибки прогноза. Прогнозные значения количества пожаров в 2016 году и параметры расчета средней относительной ошибки прогноза приведены в табл. 3.

Таблица 3. Прогнозные значения ожидаемого количества пожаров на территории Ивановской области в 2016 году и параметры расчета средней относительной ошибки прогноза по модели «МAM»

Месяц	Значения уровней контрольного временного ряда (y_i)	Прогноз по модели «МAM» (y_i^*)	Абсолютная ошибка прогноза ($y_i - y_i^*$)	Модуль абсолютной ошибки прогноза ($ y_i - y_i^* $)	Относительная ошибка прогноза ($ y_i - y_i^* /y_i$)
январь	96	83	13	13	0,135416667
февраль	56	79	-23	23	0,410714286
март	90	100	-10	10	0,111111111
апрель	105	111	-6	6	0,057142857
май	102	109	-7	7	0,068627451
июнь	76	79	-3	3	0,039473684
июль	80	71	9	9	0,1125
август	70	67	3	3	0,042857143
сентябрь	76	72	4	4	0,052631579
октябрь	119	92	27	27	0,226890756
ноябрь	86	72	14	14	0,162790698
декабрь	77	84	-7	7	0,090909091

Полученное значение средней относительной ошибки прогноза равное 12,6 % свидетельствует об адекватности построенной модели и о возможности ее применения для прогнозирования обстановки с пожарами.

На заключительном этапе работы было выполнено моделирование обстановки с пожарами в Ивановской области с учетом данных по количеству пожаров, произошедших в 2017–2019 гг. Построенная модель была применена для прогнозирования количества пожаров в

Ивановской области в 2020 году. Динамика количества пожаров, произошедших в Ивановской области в 2017 – 2019 гг. и график прогноза (с доверительными интервалами 80% и 95%) на 2020 год представлены на рис. 5.

Полученные прогнозные значения ожидаемого количества пожаров на территории Ивановской области в 2020 году с соответствующими доверительными интервалами (80% и 95%) представлены в табл. 4.

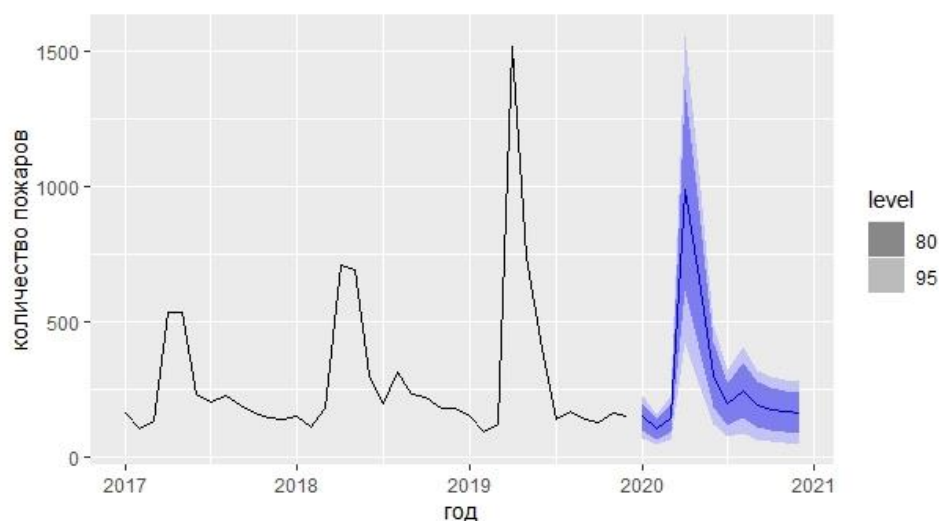


Рис. 5. Динамика количества пожаров, произошедших на территории Ивановской области в 2017–2019 гг. и прогноз на 2020 г. с доверительными интервалами 80% и 95%

Таблица 4. Прогнозные значения ожидаемого количества пожаров на территории Ивановской области в 2020 году

Месяц	Прогнозные значения количества пожаров (точечный прогноз)	Интервальный прогноз (80%-й доверительный интервал)		Интервальный прогноз (95%-й доверительный интервал)	
		Нижняя граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Верхняя граница
январь	150	99	200	72	227
февраль	103	67	139	48	158
март	146	93	199	65	227
апрель	989	618	1359	422	1555
май	657	403	910	269	1044
июнь	305	184	427	120	491
июль	196	116	276	74	318
август	247	143	350	89	404
сентябрь	194	111	277	66	321
октябрь	177	99	255	58	296
ноябрь	168	93	244	52	285
декабрь	165	89	241	49	281

Заключение

В данной работе на обучающей выборке были протестированы несколько моделей временных рядов класса экспоненциального сглаживания (ETS) с различным типом случайной компоненты, трендовой и сезонной составляющих. Критерием выбора модели выступал информационный критерий Акаике, который позволяет сравнивать между собой различные модели одного класса. По результатам сравнительного анализа для дальнейшей проверки и применения для моделирования обстановки с пожарами на территории Ивановской области была выбрана модель «МММ» с мультипликативной случайной компонентой, аддитивным трендом и мультипликативной сезонностью. Дополнительно качество выбранной вероятностной модели оценивалось по отсутствию закономерности в остатках модели, отсутствию автокорреляции остатков модели и соответствию остатков модели нормальному закону распределения со средним равным нулю. Адекватность выбранной и обученной модели была проверена на контрольной

выборке (количество пожаров в 2016 году) путем расчета средней относительной ошибки прогноза. Было получено значение данного показателя построенного прогноза равное 12,6%, что является достаточно хорошим показателем.

Результаты, полученные на предыдущих этапах, были применены для построения вероятностной модели обстановки с пожарами на территории Ивановской области и получения прогноза (точечного и интервального) на 2020 год.

Результаты, полученные в данной работе, могут быть применены в деятельности органов государственного надзора в области пожарной безопасности при планировании надзорных, профилактических мероприятий, при планировании мероприятий противопожарной пропаганды, при информировании населения о состоянии системы обеспечения пожарной безопасности, при оценке состояния системы обеспечения пожарной безопасности, а также при выявлении тенденций и закономерностей изменения обстановки с пожарами.

Список литературы

1. Моделирование взаимосвязей ресурсы противопожарной службы – характеристики пожарной безопасности / А. В. Матюшин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 11. С. 62–70. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.11.62-70.
2. Обстановка с пожарами в мире в начале XXI века / М. Арэнс [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 10. С. 51–58. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.10.51-58.
3. Методологические подходы к сравнительной оценке обстановки с пожарами в Российской Федерации и США (Часть 2) / Н. Н. Брушлинский [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 4. С. 48–54.
4. Brown R. G. 1956. Exponential Smoothing for Predicting Demand. 10th National Meeting of the Operations Research Society of America, San Francisco.
5. Winters P. 1960. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. Management Science. 6: 324-342.
6. Forecasting: Principles and Practice by Rob J. Hyndman. <https://otexts.org/fpp2/>.

References

1. Modelirovanie vzaimosvyazej resursy protivopozharnoj sluzhby – harakteristiki pozharnoj bezopasnosti [Modeling of interrelations fire service resources – fire safety characteristics] / A. V. Matyushin [et al.]. *Pozharovzryvobezopasnost*, 2016, vol. 25, issue 11, pp. 62–70. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.11.62-70.
2. Obstanovka s pozharami v mire v nachale XXI veka [Situation with the fires on the earth at the beginning of the XXI century] / M. Arens [et al.]. *Pozharovzryvobezopasnost*, 2015, vol. 24, issue 10, pp. 51–58. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.10.51-58.
3. Metodologicheskie podhody k sravnitel'noj ocenke obstanovki s pozharami v Rossijskoj Federacii i SSHA (CHast' 2) [Methodological approaches to comparative evaluation of the fire situation in the Russian Federation and the USA (Part 2)] / N. N. Brushlinsky [et al.]. *Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya*, 2018, issue 4, pp. 48–54.
4. Brown R. G. 1956. Exponential Smoothing for Predicting Demand. 10th National Meeting of the Operations Research Society of America, San Francisco.
5. Winters P. 1960. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. Management Science. 6: 324-342.
6. Forecasting: Principles and Practice by Rob J. Hyndman. <https://otexts.org/fpp2/>.

Шварев Евгений Анатольевич

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

доцент, кандидат технических наук

E-mail: e_shvarev@inbox.ru

Shvarev Evgeny Anatolevich

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

docent, candidate of technical sciences

E-mail: e_shvarev@inbox.ru

УДК 614.849

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ДЫХАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ РАБОТЕ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Р. М. ШИПИЛОВ¹, Д. Ю. ЗАХАРОВ¹, К. М. ЛИТОВ²

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

²ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России,
Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: rim-sgpu@rambler.ru, mr.dmitriyzakharov@mail.ru, litov@isma.ivanovo.ru

На базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России был разработан прототип Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента с целью расширения тактических возможностей газодымозащитника. В этой связи нами была предпринята попытка определения дыхательных ресурсов при работе в данном аппарате.

В статье изложена закономерность потребления дыхательных ресурсов при выполнении газодымозащитниками работ различной степени тяжести, с использованием Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента в сравнении с аналогичными показателями для дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М. За основу определения дыхательных ресурсов газодымозащитников был взят показатель лёгочной вентиляции, который определяет объем воздуха, прошедший при дыхании через легкие пользователя за одну минуту.

Для выявления фактического расхода воздуха был разработан и предложен широкий спектр тестовых заданий (упражнений) и методика их выполнения. Упражнения выполнялись в различных режимах: легкой, средней, тяжёлой и очень тяжёлой степени тяжести. По окончании исследования проведен достаточно глубокий сравнительный анализ между показателями потребления дыхательных ресурсов с использованием прототипа Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента и аналогичных показателей дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М.

Ключевые слова: пневмогидравлический привод гидравлического аварийно-спасательного инструмента; лёгочная вентиляция; расход воздуха; газодымозащитник; дыхательный аппарат ПТС «Профи»-М.

REGULARITY OF AIR FLOW DEPENDING ON THE SEVERITY OF THE WORK PERFORMED WHEN OPERATING A PROTOTYPE OF A PNEUMATIC-HYDRAULIC DRIVE OF A HYDRAULIC RESCUE TOOL

R. M. SHIPILOV¹, D. YU. ZAKHAROV¹, K. M. LITOV²

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 Medical Academy,
Russian Federation, Ivanovo

E-mail: rim-sgpu@rambler.ru, mr.dmitriyzakharov@mail.ru, litov@isma.ivanovo.ru

On the basis of the Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, a prototype of the Pneumohydraulic drive of a hydraulic emergency rescue tool was developed to expand the tactical capabilities of a gas smoke protector. In this regard, we made an attempt to determine respiratory resources when working in this unit.

The article describes the pattern of respiratory resource consumption when gas defenders perform work of varying severity, using the Pneumohydraulic drive of a hydraulic emergency rescue tool in comparison with similar indicators for the breathing apparatus PTS «Profi»-M. The basis for determining the respira-

tory resources of gas smoke defenders was taken as an indicator of pulmonary ventilation, which determines the amount of air that passed during breathing through the user's lungs in one minute.

To identify the actual air flow rate, a wide range of test tasks (exercises) was developed and proposed. and methodology for their implementation. Exercises were performed in various modes: mild, moderate, severe and very severe severity. At the end of the study, a fairly deep comparative analysis was carried out between the indicators of respiratory resource consumption using the prototype of the Pneumohydraulic drive of a hydraulic emergency rescue tool and similar indicators of the PTS «Profi»-M breathing apparatus.

Key words: pneumohydraulic drive of the hydraulic emergency rescue tool; pulmonary ventilation; air flow; gas-smoke protection; breathing apparatus of PTS «Profi»-M.

Актуальность.

Современные условия преобразования социальной и экономической жизнедеятельности в нашей стране способствуют модернизации процесса подготовки сотрудников Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – ФПС ГПС). Стратегической задачей выступает процесс разработки и совершенствования новых, инновационных технологий, позволяющих сдерживать негативное воздействие на пожарного или расширить спектр возможностей его деятельности. Таким образом возникает необходимость в технических решениях, направленных на повышение эффективности пожарных в вопросах, связанных с ликвидацией различного рода чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера [1, 2]. Одним из ключевых вопросов, связанных с эффективностью работы пожарных, является борьба с дымом. Именно эта область наиболее востребована в плане создания научно-технических разработок в области пожаротушения и спасения людей.

С целью повышения мобильности пожарного и более эффективного решения оперативно-тактических задач по ликвидации ЧС на базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России специалистами кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе учебно-научного комплекса «Пожаротушение») была представлена разработка прототипа Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента [3] (далее – Пневмогидравлический привод) (рис. 1-а). Данный прототип является гибридом, объединяющим функции изолирующего дыхательного аппарата на сжатом воздухе (далее – СИЗОД) и переносного гидравлического аварийно-спасательного инструмента (далее – ГАСИ) [4] (рис. 1-б). Данная модель относится к ручным инструментам и может быть использована в качестве силового режущего или сдавливающего инструмента для проведения ремонтных, монтажных и аварийно-спасательных работ (далее – АСР).

Принцип работы Пневмогидравлического привода следующий: пневмогидравлический привод оснащен двумя баллонами со сжатым воздухом объемами 6,8 литров с рабочим давлением 29,4 МПа (300 атм.). Для понижения давления воздуха аппарат оснащен двумя редукторами на каждый баллон. Редуцированное давление воздуха составляет 0,6...0,9 МПа.

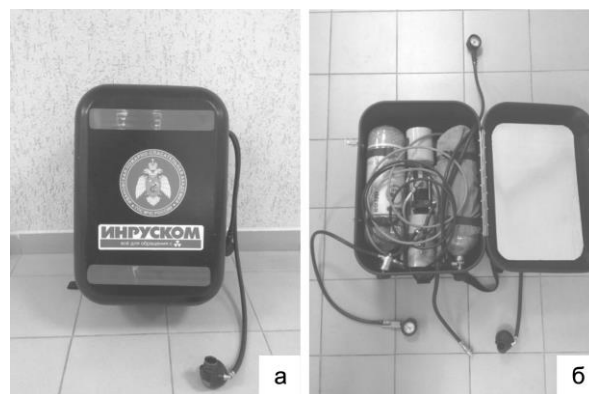


Рис. 1. Пневмогидравлический привод гидравлического аварийно-спасательного инструмента: а – привод в сборе; б – привод в раскрытом виде

Сжатый воздух из одного баллона через редуктор поступает в легочный автомат, откуда воздух попадает в подмасочное пространство пользователю. Второй баллон предназначен для работы ГАСИ. Сжатый воздух, через редуктор попадает в пневмогидронасос (марки Haskell MS-188), где давление воздуха преобразовывается в давление жидкости. Жидкость под давлением подается к ГАСИ и приводит его в движение. Технические характеристики Пневмогидравлического привода представлены в табл. 1.

Таким образом, на наш взгляд, представленный прототип Пневмогидравлического привода способен расширить спектр деятельности пожарного. Это выражается в его возможности защитить пользователя от воздей-

ствия отравляющих веществ продуктов горения, а также позволит сократить время при осуществлении работ, связанных с использованием ГАСИ. Однако, на сегодняшний момент существует необходимость глубокого экспериментального исследования механизма работы Пневмогидравлического привода с целью экспериментально обосновать его рабочие возможности и эффективность при ведении работ различной степени тяжести. Одной из таких задач стало определение количественных показателей расхода воздуха газодымозащитником

ком при выполнении различных видов работ. На сегодняшний момент в научно-технической литературе приведены значения легочной вентиляции, соответствующие выполнению работ различной степени тяжести в СИЗОД¹. Однако особенности расхода запаса воздуха, связанные со степенью тяжести выполняемых работ в Пневмогидравлическом приводе не рассматривались. В предоставляемой статье сделана попытка выявить закономерность расхода воздуха газодымозащитников в зависимости от тяжести выполняемых работ.

Таблица 1. Технические характеристики Пневмогидравлического привода

Основные характеристики	Значения
Рабочее давление в баллоне, МПа (кгс/см ²)	29,4 (300)
Редуцированное давление, МПа (кгс/см ²)	0,6-0,9 (6-9,0)
Давление срабатывания предохранительного клапана редуктора, МПа (кгс/см ²)	1,3-2,0 (13-20)
Избыточное давление в подмасочном пространстве при нулевом расходе воздуха, Па (мм.вод.ст.), не более	200-400 (20-40)
Фактическое сопротивление дыханию на выдохе при легочной вентиляции 30 дм ³ /мин, Па (мм. вод. ст.), не более	350 (35)
Масса спасательного устройства, кг, не более	1,0
Масса Пневмогидравлического привода, кг.	33,6

Исходя из этого, **целью данной статьи явилось:** раскрытие закономерностей потребления дыхательных ресурсов при выполнении газодымозащитниками работ различной степени тяжести, с использованием Пневмогидравлического привода и сравнить с аналогичными показателями для дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи:**

1. Разработать методику выполнения упражнений, имитирующих работу газодымозащитников в условиях различной степени тяжести.

2. Определить закономерность потребления дыхательных ресурсов при выполнении работ разной степени тяжести в Пневмогидравлическом приводе и в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М.

3. Произвести сравнительный анализ потребления дыхательных ресурсов газодымозащитников при выполнении упражнений различной степени тяжести в Пневмогидравлическом приводе с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «Профи»-М.

ском приводе с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «Профи»-М.

Методика проведения исследования:

Исследование проводилось в период с 2019 года по 2020 год. В исследовании приняло участие 20 курсантов пятого года обучения Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. В ходе исследования курсантам было предложено выполнить девять упражнений, в систематической последовательности. С их помощью у испытуемых определялся уровень потребления дыхательных ресурсов при выполнении работ различной степени тяжести в Пневмогидравлическом приводе и в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М.

Результаты исследования:

Для выявления фактического расхода воздуха перед началом выполнения упражнения фиксировалось давление воздуха в баллоне, и включался секундомер, по завершению выполнения каждого упражнения, так же фиксировалось давление воздуха в баллоне, останавливался секундомер. Таким образом фиксировалось общее время выполнения упражнения и общий параметр падения давления в баллоне.

Подбор необходимых упражнений.

Исходя из выполнения основных видов работ газодымозащитником при ликвидации ЧС, все действия были разбиты по характеристикам тяжести: лёгкие – надевание и включе-

¹ Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы Федеральной противопожарной службы МЧС России. Утверждены главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В. Плат 30.06.2008, г. Москва.

ние в СИЗОД, спуск по лестничной клетке; средние – медленная ходьба, вязка двойной спасательной петли с надеванием на пострадавшего; тяжелые – быстрая ходьба, медленный бег, подъем по лестничной клетке, спуск с окна четвёртого этажа учебной башни с помощью штурмовой и трёхколенной лестницы; очень тяжёлые – подъём по штурмовой лестнице в окно четвёртого этажа учебной башни². В результате был разработан комплекс из девяти упражнений, каждое из которых выполнялось в боевой одежде пожарного (далее – БОП) с использованием Пневмогидравлического привода, а затем с использованием дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М.

Методика выполнения разработанного комплекса упражнений.

1. Надевание и включение в Пневмогидравлический привод (степень тяжести работы – легкая). газодымозащитник в БОП находится в одном метре от Пневмогидравлического привода, уложенного на горизонтальной поверхности высотой 50 см, лицом к нему. По команде газодымозащитник надевает Пневмогидравлический привод, выполняет рабочую проверку и включается в него (рис. 2). При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения упражнения.



Рис. 2. Надевание и включение в Пневмогидравлический привод гидравлического аварийно-спасательного инструмента

2. Спуск по лестничной клетке (степень тяжести работы – легкая). Для выполнения упражнения газодымозащитник в БОП включен в Пневмогидравлический привод. При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления (рис. 3-а).

3. Медленная ходьба по горизонтали (степень тяжести работы – средняя). Для выполнения упражнения газодымозащитник в БОП включен в Пневмогидравлический привод. Он проходит 200 метров медленным шагом со скоростью 50-60 м/мин. При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления (рис. 3-б).

4. Вязка двойной спасательной петли с надеванием её на пострадавшего (степень тяжести работы – средняя). Для выполнения упражнения газодымозащитник в БОП включен в Пневмогидравлический привод. Газодымозащитник стоит в одном метре от спасаемого, лежащего на спине, со спасательной веревкой в чехле, надетой на плечо. Конец веревки длиной 50 см находится в руке у газодымозащитника. Газодымозащитник вяжет двойную спасательную петлю, надевает ее на пострадавшего и длинный конец веревки наматывает на карабин. При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления (рис. 3-в).

5. Ускоренная ходьба по горизонтали (степень тяжести работы – тяжелая). Для выполнения упражнения газодымозащитник в БОП включен в Пневмогидравлический привод. Он проходит 200 метров ускоренным шагом со скоростью 70-80 м/мин (рис. 3-г). При

² Нормативы по пожарно-строевой и тактико-специальной подготовке для личного состава федеральной противопожарной службы / П.В. Плат. М., 2011. 43 с.

окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления.

6. Медленный бег по горизонтали (степень тяжести работы – тяжелая). Для выполнения упражнения газодымозащитник одет в БОП включен в Пневмогидравлический привод, пробегает 200 метров легким бегом со скоростью 110-120 м/мин (рис. 3-д). При оконч

чании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления.

7. Подъем по лестничной клетке (степень тяжести работы – тяжелая). Для выполнения упражнения газодымозащитник одет в БОП включен в Пневмогидравлический привод. При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления (рис. 3-е).



Рис. 3. Перечень упражнений с подключением к Пневмогидравлическому приводу гидравлического аварийно-спасательного инструмента

- а – спуск по лестничной клетке; б – медленная ходьба по горизонтали;
- в – вязка двойной спасательной петли с надеванием её на пострадавшего;
- г – ускоренная ходьба по горизонтали; д – медленный бег по горизонтали;
- е – подъем по лестничной клетке

8. Спуск с окна четвертого этажа учебной башни комбинированным способом с помощью штурмовой и трехколенной лестницы (степень тяжести работы – тяжелая). Для выполнения упражнения газодымозащитник одет в БОП включен в Пневмогидравлический привод. Осуществляется спуск с окна четвертого этажа учебной башни комбинированным способом с помощью штурмовой и трехколенной лестницы (рис. 4). При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления.

9. Подъем по штурмовым лестницам комбинированным способом в окно четвертого этажа учебной башни (степень тяжести работы – очень тяжелая). Для выполнения упражнения газодымозащитник одет в БОП включен в Пневмогидравлический привод. Газодымозащитник осуществляет подъем по штурмовым лестницам комбинированным способом в окно четвертого этажа учебной башни (рис. 5). При окончании выполнения упражнения фиксируется время выполнения и падение давления.



Рис. 4. Спуск с окна четвертого этажа учебной башни комбинированным способом с помощью штурмовой и трехколенной лестницы с подключением к Пневмогидравлическому приводу гидравлического аварийно-спасательного инструмента

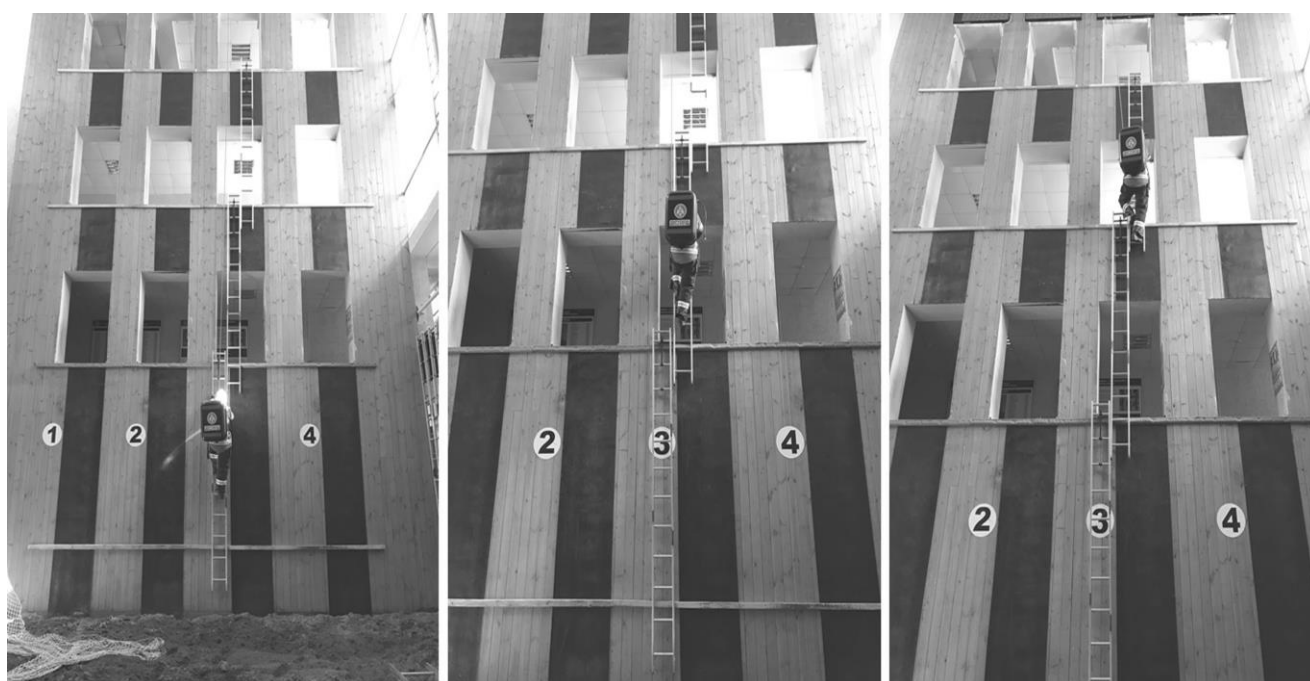


Рис. 5. Подъем по штурмовым лестницам комбинированным способом в окно четвертого этажа учебной башни с подключением к Пневмогидравлическому приводу гидравлического аварийно-спасательного инструмента

С целью определения расхода дыхательных ресурсов Пневмогидравлического привода и определения легочной вентиляции газодымозащитников [5] при выполнении разработанных упражнений, полученные результаты были внесены в уравнение 1.

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

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

Благодаря произведённым расчётам, получили результаты легочной вентиляции при выполнении заданных упражнений. Данные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты оценки расхода воздуха при выполнении работ разной степени тяжести в Пневмогидравлическом приводе и в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М

Упражнения	ПТС «Профи»-М		Пневмогидравлический привод	
	Вл, (л/мин)	тср, (сек)	Вл, (л/мин)	тср, (сек)
степень тяжести работы – легкая				
Надевание и включение в пневмогидравлический привод (дыхательный аппарат)	-	52,35	-	100,6
Спуск по лестничной клетке	25,9	26,9	49,79	31,5
степень тяжести работы – средняя				
Медленная ходьба по горизонтали	29,55	70,8	53,97	69,95
Вязка двойной спасательной петли с надеванием её на пострадавшего	49,556	38,45	90,564	71,85
степень тяжести работы – тяжелая				
Ускоренная ходьба по горизонтали	40,45	55,6	74,291	59,2
Медленный бег по горизонтали	69,89	35,5	122,47	34,4
Подъем по лестничной клетке	59,54	30,8	122,79	38,2
Спуск с окна четвертого этажа учебной башни комбинированным способом с помощью штурмовой и трехколенной лестницы	86,374	64,5	-	-
степень тяжести работы – очень тяжелая				
Подъем по штурмовым лестницам комбинированным способом в окно четвертого этажа учебной башни	93,086	65,9	-	-

С целью определения средних значений легочной вентиляции при выполнении работ различной степени тяжести, полученные результаты были внесены в уравнение 2.

$$\bar{\omega}_{л} = \frac{\sum_i^n \omega_{ли}}{n}, \quad (2)$$

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

Также был определён средний показатель легочной вентиляции при выполнении работы лёгкой, средней, тяжёлой и очень тяжёлой степени тяжести, при использовании дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М и Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента.

Полученные результаты среднего значения легочной вентиляции представлены в табл. 3.

В ходе исследования была выявлена закономерность расхода воздуха в зависимости от тяжести выполняемых работ с использованием Пневмогидравлического привода и его сравнительная оценка с дыхательным аппаратом ПТС «Профи»-М. В испытании приняли участие хорошо подготовленные двадцать курсантов, которые выполнили девять предложенных упражнений. В связи с тем, что упражнения имели разную степень тяжести, выполнение некоторых упражнений у курсантов вызвало затруднение. В результате последнее упражнение «Подъем по штурмовым лестницам комбинированным способом в окно четвертого этажа учебной башни», определяющееся показателем очень тяжёлой степени тяжести, выполнили не все респонденты.

Таблица 3. Результаты среднего значения легочной вентиляции при выполнении работ разной степени тяжести в Пневмогидравлическом приводе и в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М

Режимы работы выполняемых упражнений	ПТС «Профи»-М	Пневмогидравлический привод
	л/мин	л/мин
Показатели легкой степени тяжести	25,9	49,79
Показатели средней степени тяжести	39,553	72,267
Показатели тяжелой степени тяжести	64,063	106,514
Показатели очень тяжелой степени тяжести	93,086	-

Все полученные данные были записаны и произведен расчет расхода воздуха при выполнении нагрузок, которые газодымозащитники испытывают в своей профессиональной деятельности. С помощью данного расчета удалось выявить фактический расход воздуха Пневмогидравлического привода и дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М при выполнении упражнений различной степени тяжести и сравнить их между собой. Были получены следующие средние показатели значения расхода воздуха при выполнении работ: легкой степени тяжести в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М – 25,9 л/мин, а в Пневмогидравлическом приводе – 49,79 л/мин; средней степени тяжести в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М – 39,553 л/мин, а в Пневмогидравлическом приводе – 72,267; тяжелой степени тяжести в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М – 64,063 л/мин, а в Пневмогидравлическом приводе – 106,514 л/мин; очень тяжелой степени тяжести в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М – 93,086 л/мин. Таким образом показатели расхода воздуха при выполнении упражнений в дыхательном аппарате ПТС «Профи»-М больше нормативных.

Список литературы

1. Шарбанова 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. Шарбанова 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 (электронный журнал). 2014. № 9(57).
3. Переносной гидравлический аварийно-спасательный инструмент: пат. 175901 Рос. Федерация: МПК В25В 28/00, В26В 15/00/ Топоров А. В.; заявитель и патентообладатель

Выводы:

В ходе проведенного исследования выявили значения легочной вентиляции Пневмогидравлического привода и произвели сравнительный анализ данных показателей с аналогичными значениями дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М. В результате выяснилось, что дыхательный ресурс Пневмогидравлического привода меньше по сравнению с дыхательным ресурсом дыхательного аппарата ПТС «Профи»-М. Данные значения соответствуют следующим показателям: в показателе легкой тяжести в 1,92 раза, средней тяжести в 1,82 раза и тяжелой – 1,66 раза. Значения показателя, соответствующего степени тяжести работы пользователя в режиме очень тяжелой не удалось выявить из-за того, что при выполнении упражнений большая часть курсантов не смогли выполнить данные упражнения. Данные показатели на наш взгляд зависят от веса и формы прототипа Пневмогидравлического привода гидравлического аварийно-спасательного инструмента. Таким образом, мы можем рекомендовать конструкторской группе обратить внимание на изменения технических характеристик данного устройства.

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. № 2017116326; заявл. 10.05.17; опубл. 22.12.17. Бюл. № 36. 6 с.

4. Разработка пневмогидравлического привода аварийно-спасательного инструмента / А. В. Топоров [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность. 2017. № 1(4). С. 50–60.
5. Определение расхода воздуха при использовании спасательного устройства с дыхательным аппаратом на сжатом воздухе ПТС «ПРОФИ»-М / Д. Ю. Захаров [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 3 (32). С. 42–51.

References

1. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M.,

Harlamov A. V. Primenenie novyh metodov podgotovki i obucheniya spasatelej, rabotajushhих v chrezvychajnyh situacijah [Application of new methods for the training and education of emergency responders] *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, vol. 4, p. 90.

2. Sharabanova I. Yu., Shipilov R. M., Harlamov A. V. Primenenie novyh tehnicheskikh sredstv obucheniya v podgotovke budushhих pozharnыh i spasatelej, rabotajushhих 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 (jelektronnyj zhurnal)*, 2014, vol. 9(57).

3. Perenosnoy gidravlicheskiy avariyno-spasatel'nyy instrument [Portable hydraulic emergency rescue tool]: pat. 175901 Ros. Federatsiya: MPK V25V 28/00, V26V 15/00/ Toporov A. V.;

zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii. № 2017116326; zayavl. 10.05.17; opubl. 22.12.17. Byul. № 36. 6 p.

4. Razrabotka pnevmogidravlicheskogo privoda avarijno-spasatel'nogo instrumenta [Development of a pneumohydraulic drive for rescue tools] / A. V. Toporov [et al.]. *Pozharnaya i avariijnaya bezopasnost'*, 2017, vol. 1(4), pp. 50–60.

5. Opredelenie raskhoda vozduha pri ispol'zovanii spasatel'nogo ustrojstva s dyhatel'nym apparatom na szhatom vozduhe PTS «PROFI»-M [Determination of air consumption when using a rescue device with a compressed air breathing apparatus PTS «PROFI»-M] / D. Yu. Zakharov [et al.] *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2019, vol. 3(32), pp. 42–51.

Шипилов Роман Михайлович

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

кандидат педагогических наук, доцент, заместитель начальника кафедры

E-mail: rim-sgpu@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, deputy head of the department

E-mail: rim-sgpu@rambler.ru

Захаров Дмитрий Юрьевич

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

преподаватель

E-mail: mr.dmitriyzakharov@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.dmitriyzakharov@mail.ru

Литов Константин Михайлович

ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук, доцент кафедры

E-mail: litov@isma.ivanovo.ru

Litov Konstantin Mikhailovich

Ivanovo State Medical Academy,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical Sciences, associate Professor

E-mail: litov@isma.ivanovo.ru

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

К рассмотрению принимаются рукописи в электронном формате документа Microsoft Word (*.doc, *.docx). Файлы высылаются по адресу: journal@edufire37.ru

Статьи должны полностью соответствовать специальности журнала.

Обязательно указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

В статье указывается шифр основной специальности, по которой выполнена работа.

При направлении материалов в редакцию по электронной почте в одном письме направляются:

- файл статьи в формате MS Word;
- внешняя рецензия, заверенная в установленном в организации порядке (рецензенты и авторы статей не должны находиться в должностных отношениях);
- сканированная копия сопроводительного письма.

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ СТАТЕЙ

Обязательные элементы рукописи:

УДК, аннотация, ключевые слова, текст статьи.

Аннотация должна иметь объем 150–200 слов, а её содержание – отражать структуру статьи.

Минимальный объем ключевых слов – 5. Ключевые слова отделяются друг от друга точкой с запятой.

В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

Структура размещения статьи в журнале:

- Блок 1 – на русском языке: УДК; название статьи; автор(ы); адресные данные авторов (полное юридическое название организации, адрес организации, адрес электронной почты всех или одного автора); аннотация; ключевые слова;
- Блок 2 – транслитерация и перевод на английский язык соответствующих данных Блока 1 в той же последовательности: название статьи – на английском языке; авторы – на латинице (транслитерация); название организации, адрес организации, аннотация, ключевые слова – на английском языке;
- Блок 3 – полный текст статьи на языке оригинала (русском), оформленный в соответствии с действующими требованиями Журнала;
- Блок 4 – список литературы на русском языке (название «Список литературы»);
- Блок 5 – список литературы в романском алфавите (название References). Если список литературы состоит только из англоязычных источников, то Блок 5 может отсутствовать.
- Блок 6 – сведения об авторах на русском и английском языках.

Технические требования к оформлению

Рукописи представляются в формате А4. Объем представляемых рукописей (с учетом пробелов):

- статьи – до 20 тысяч знаков;
- обзора – до 60 тысяч знаков;
- краткого сообщения – до 10 тысяч знаков.

Оформление текста статьи:

- для набора используется шрифт Arial, размер шрифта – 10;
- отступ первой строки абзаца 1,25 см;
- все поля 2 см;
- все аббревиатуры и сокращения должны быть расшифрованы при первом использовании;
- недопустимо использование расставленных вручную переносов.

Оформление формул, рисунков и таблиц:

• формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 или Math Type 5.0-6.0 Equation (шрифт Arial), размер шрифта – 10. Пояснения к формулам (экспликации) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки). Формулы нумеруют в круглых скобках по правому краю страницы;

- в тексте статьи обязательно должны содержаться ссылки на таблицы, рисунки, графики;
- графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них.

Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Буквы и цифры на рисунке должны быть разборчивы, оси на графиках подписаны. Рисунки и фотографии следует представлять в черно-белом варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение. Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются. Рисунки обяза-

тельно должны быть сгруппированы (т.е. не должны «разваливаться» при перемещении и форматировании);

- подрисовочные 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;
- подрисовочные 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 подрисовочной 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

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
№ 2 (35), 2020

Подписано в печать 09.06.2020 г. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 15,4. Тираж 100 экз. Заказ №75.

Оригинал-макет подготовлен
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
АДРЕС РЕДАКЦИИ (ИЗДАТЕЛЯ): 153040, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33;
тел.: (4932) 34-38-18; e-mail: journal@edufire37.ru

Отпечатано в ОАО «Информатика»
153032, г. Иваново, ул. Ташкентская, 90