

*Безопасность веществ  
и материалов*

*Безопасность конструкций,  
зданий и сооружений*

*Медико-биологические аспекты  
безопасности*

*Общие вопросы  
пожарной безопасности*

*Методы и средства  
обеспечения безопасности*

*Пожарная  
и промышленная безопасность*

*Охрана труда*

*Снижение рисков и ликвидация  
последствий чрезвычайных ситуаций*

*Охрана окружающей среды  
Экологическая безопасность*

*Проблемы и перспективы  
предупреждения  
чрезвычайных ситуаций*

*Мониторинг и прогнозирование  
природных и техногенных рисков*

*Пожарная техника*

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

*Физико-химические аспекты  
безопасности*

*Высшая математика  
Прикладная математика*

*Математическое моделирование,  
численные методы  
и комплексы программ*

*Экономические  
и организационно-управленческие  
проблемы безопасности*

*Аудит безопасности  
Системный анализ  
Оценка и управление рисками*

*Подготовка специалистов  
МЧС России:  
гуманитарные аспекты*

*Образовательные технологии*

**ISSN 2226-700X**

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

**Вестник  
Воронежского института  
ГПС МЧС России  
(Современные проблемы  
гражданской защиты)**

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

**№ 3 (28), 2018**



**Вестник  
Воронежского института  
ГПС МЧС России  
(Современные проблемы  
гражданской защиты)**

Издается с 2011 года

Выходит 4 раза в год

Научный журнал

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

Территория распространения — Российская Федерация.

Журнал индексируется в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU / РИНЦ (Россия), Международном каталоге периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory» (США), размещается на платформе научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (Россия).  
Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор:**

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

**Заместители**

**главного редактора:**

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

**Члены редколлегии:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Назарьев Александр Николаевич* – д-р техн. наук, профессор, ректор ФГАО ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» Министерства энергетики РФ (Россия, г. Санкт-Петербург)

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

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

*Румянцева Варвара Евгеньевна* – д-р техн. наук, профессор, Советник РААСН, директор института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)

*Сырбу Светлана Александровна* – д-р хим. наук, профессор, первый проректор – проректор по научной работе и международным отношениям, заведующий кафедрой неорганической и аналитической химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» (Россия, г. Иваново)

*Теличенко Валерий Иванович* – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, академик РААСН, президент Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет» (Россия, г. Москва)

*Федосеев Вадим Николаевич* – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой организации производства и городского хозяйства ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (Россия, г. Иваново)

*Хафизов Ильдар Фанильевич* – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (Россия, г. Уфа)

*Циркина Ольга Германовна* – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Иваново)

*Шарнина Любовь Викторовна* – д-р техн. наук, профессор кафедры химических технологий волокнистых и красящих веществ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (Россия, г. Иваново)

*Шевцов Сергей Александрович* – д-р техн. наук, профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты Воронежского института – филиала ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Редактор: *Дьякова Юлия Михайловна*

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

Подписано в печать \_\_\_\_\_.2018. Усл. печ. л. 7,8 Тираж 500 экз. Заказ №70.

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

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

© ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аудит безопасности. Системный анализ. Оценка и управление рисками.....</b>	<b>9</b>
Потребность в безопасности как фактор формирования культуры безопасности жизнедеятельности <i>Пушина Л.Ю., Тихановская Л.Б., Найденова С.В.</i> .....	9
<b>Безопасность веществ и материалов .....</b>	<b>15</b>
Совершенствование теплозащитных свойств боевой одежды пожарного в местах крепления светоотражающих элементов <i>Сорокин Д.В., Никифоров А.Л., Ульява С.В., Циркина О.Г., Шарабанова И.Ю.</i> .....	15
<b>Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.....</b>	<b>21</b>
Вероятностно-статистическая модель дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации <i>Есина М.Г., Хонгорова О.В., Шарабанова И.Ю., Базанов С.В., Новичкова Н.Ю.</i> .....	21
<b>Методы и средства обеспечения безопасности .....</b>	<b>27</b>
Результаты испытаний рупорных громкоговорителей ROXTON <i>Кочнов О.В., Кочегаров А.В., Мальцев А.В., Мальцев А.С.</i> .....	27
<b>Образовательные технологии .....</b>	<b>33</b>
Структурно-логическая модель автоматизированной пожарно-тактической задачи <i>Семенов А.О., Баканов М.О., Белорожев О.Н., Тараканов Д.В.</i> .....	33
Историко-педагогические аспекты института кураторства в процессе профессиональной подготовки сотрудников органов внутренних дел в Воронежском регионе <i>Силин А.А.</i> .....	38

К вопросу о методолого-теоретических основах психофизиологического обследования с помощью полиграфа <i>Хлоповских Ю.Г.</i> .....	43
Применение тренажёрных комплексов в учебно-тренировочных занятиях по отработке способов самоспасания и спасения пострадавших в условиях ограниченного пространства <i>Шипилов Р.М., Шарабанова И.Ю., Маринич Е.Е., Зейнетдинова О.Г., Захаров Д.Ю.</i> .....	48
<b>Подготовка специалистов МЧС России: гуманитарные аспекты</b> .....	<b>57</b>
Совладающее поведение как критерий профессионализации специалиста экстремального профиля <i>Королева С.В.</i> .....	57
<b>Пожарная и промышленная безопасность</b> .....	<b>62</b>
Оптимизация противопожарной защиты объектов с учетом оценки пожарных рисков <i>Дымова Н.Я., Каргашилов Д.В., Зинченко Г.А.</i> .....	62
Устройство для автоматического пожаротушения распыленной водой в помещениях стоянки и хранения автомобилей <i>Орлов О.И., Хасанов И.Р., Возман Л.П., Топоров А.В.</i> .....	67
Предотвращение распространения пожара в системах вентиляции и аспирации производственных помещений <i>Романюк Е.В., Каргашилов Д.В., Федоров А.В., Кахужев Б.Г.</i> .....	73
Защита объектов и спасательного оборудования от воздействия вибрации <i>Сизов А.П., Комельков В.А., Колбашов М.А.</i> .....	78
Нормативно-правовые основы и опыт применения инженерно-технических решений, направленных на снижение пожарной опасности аварийных проливов горючих жидкостей <i>Ширяев Е.В., Комельков В.А.</i> .....	82
<b>Пожарная техника</b> .....	<b>88</b>
Выбор оптимального варианта аварийно-спасательной техники для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах использованием инверсной формы функционально-стоимостного анализа <i>Масаев С.Н., Масаев В.Н., Минкин А.Н., Едимичев Д.А., Мочалов Д.Ю.</i> .....	88

<b>Физико-химические аспекты безопасности.....</b>	<b>101</b>
Термический и спектральный анализ пожарной опасности строительных материалов на органической и неорганической основе <i>Ганеев А.А., Мещеряков А.В., Чуйков А.М.....</i>	101
Физическая модель электрохимического формирования структуры поверхности алюминиевого электрода для гидридных аккумуляторов энергии <i>Жуков М.М., Кудряш В.И., Шалимов Ю.Н., Мальцев А.В.....</i>	105
Оценка пожароопасных свойств аминов и амидов с использованием дескрипторного метода <i>Сорокина Ю.Н., Калач А.В., Горшков А.Г.....</i>	110
<b>Экономические и организационно-управленческие проблемы безопасности.....</b>	<b>117</b>
Повышение технологической устойчивости функционирования промышленной системы <i>Шмырева М.Б., Шкарупета Е.В., Колодко М.А., Логачев О.А.....</i>	117
<b>Информационные сообщения.....</b>	<b>124</b>
<b>Правила для авторов.....</b>	<b>125</b>

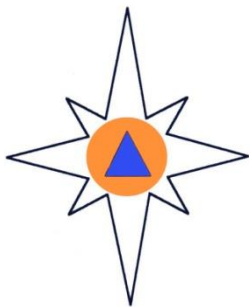
## CONTENTS

<b>Safety audit. System analysis. Assessment and risk management...</b>	<b>9</b>
The need for security as a factor of formation the culture of safety <i>Pushina L.Y., Tihanovskaya L.B., Naidenova S.V.....</i>	9
<b>Safety of substances and materials.....</b>	<b>15</b>
Improving the heat-protective properties of combat fire clothes in the place of reflective elements fastening <i>Sorokin D.V., Nikiforov A.L., Ulyeva S.N., Cirкина O.G., Sharabanova I.U.....</i>	15
<b>Mathematical modeling, numerical methods and program complexes.....</b>	<b>21</b>
Probably-statistical model of road transport accidents in the Russian Federation <i>Esina M.G., Khongorova O.V., Sharabanova I.Yu., Bazanov S.V., Novichkova N.Yu.....</i>	21
<b>Methods and means to ensure safety.....</b>	<b>27</b>
Test results of ROXTON horror speakers <i>Kochnov O.V. Kochegarov A.V. Maltsev A.V., Maltsev A.S.....</i>	27
<b>Educational technologies.....</b>	<b>33</b>
Structural and logical model of automated fire and tactical problem <i>Semenov A.O., Bakanov M.O., Belorogov O.N., Tarakanov D.V.....</i>	33
Historical and pedagogical aspects of the institute of curing in the process of professional training of employees of internal affairs in the Voronezh region <i>Silin A.A.....</i>	38
To the question of the methodological and theoretical bases psychophysiological survey with the help of polygraph <i>Khlopovskikh J.G.....</i>	43
Application of training complexes during educational and training drills for practicing methods of self-rescuing and rescuing people in limited space conditions <i>Shipilov R.M., Sharabanova I.Yu., Marinich E.E., Zeynetdinova O.G., Zakharov D.Yu.....</i>	48

<b>Training specialists EMERCOM Russia: humanitarian aspects...</b>	<b>57</b>
Sovladayushchy behaviour as criterion of professionalizing of the expert of the extreme profile <i>Koroleva S.V.</i> .....	57
<b>Fire and industrial safety.....</b>	<b>62</b>
Optimization of fire protection of facilities given the fire risk assessment <i>Dimova N.Y., Kargashilov D.V., Zinchenko G.A.</i> .....	62
Device for automatic fire extinguishing by water spray in the spaces for parking and storage of cars <i>Orlov O.I., Khasanov I.R., Vogman L.P., Toporov A.V.</i> .....	67
The fire's spread prevention in ventilation and aspiration systems of industrial premises <i>Romanyuk E.V., Kargashilov D.V., Fedorov A.V., Kohuzhev B.G.</i> .....	73
Legal framework and experience of application engineering and technical solutions aimed at reducing fire danger emergency spills of flammable liquids <i>Shiryaev, E.V., Komelkov V.A.</i> .....	78
Protection of objects and rescue equipment from vibration exposure <i>Sizov A.P., Komelkov V.A., Kolbashov M.A.</i> .....	82
<b>Fire technology.....</b>	<b>88</b>
The choice of the optimal version of emergency rescue equipment for emergency rescue and other urgent work on small-volume and dispersed objects using the inverse form of functional and cost analysis <i>Masaev S.N., Masaev V.N., Minkin A.N., Edimichev D.A., Mochalov D.Y.</i> .....	88
<b>Physical and chemical aspects of safety.....</b>	<b>101</b>
Thermal and spectral analysis of fire hazard of building materials on organic and inorganic basis <i>Gapeev A.A., Meshcheryakov A.V., Chuikov A.M.</i> .....	101
Physical model of the electrochemical formation of the structure of the surface of an aluminum electrode for hydride accumulator batteries <i>Zhukov M.M., Kudryash V.I., Shalimov Y.N., Maltsev A.V.</i> .....	105
Evaluatin of fire hazard properties of amines and amides using the descriptors method <i>Sorokina Yu.N., Kalach A.V., Gorshkov A.G.</i> .....	110

<b>Economic and organizational and management problems of security.....</b>	<b>117</b>
Increase in technological stability of functioning of industrial system <i>Shmyreva M.B., Shkarupeta E.V., Kolodko M.A., Logachev O.A.....</i>	117
<b>Information messages.....</b>	<b>124</b>
<b>GUIDELINES FOR AUTHORS.....</b>	<b>125</b>





## АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

УДК 316.75

### ПОТРЕБНОСТЬ В БЕЗОПАСНОСТИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Л.Ю. Пушина, Л.Б. Тихановская, С.В. Найденова*

*Рассматриваются различные точки зрения на сущность потребностей; раскрывается роль потребностей (нужд) в обеспечении безопасности живой системы. Выявляется место потребности в безопасности в иерархии человеческих потребностей; на базе данных собственного социологического исследования определяются факторы, обуславливающие значение потребности в безопасности для населения Ивановской области. Подчеркивается роль материальной обеспеченности в актуализации потребности в безопасности. Делаются выводы о том, что: 1) деятельность по формированию КБЖ населения региона даст устойчивый положительный результат в случае роста уровня его материального благосостояния; 2) жители области не имеют достаточно сильной внутренней мотивации для реализации безопасного поведения, поэтому в целях совершенствования организации деятельности по формированию КБЖ целесообразно обеспечить «давление» государства на граждан в форме санкций, способствующих активному освоению и соблюдению ими норм безопасной жизнедеятельности.*

**Ключевые слова:** культура безопасности жизнедеятельности, безопасное поведение, нужды, потребности, потребность в безопасности.

В нынешних условиях, когда число природных, техногенных и прочих опасностей и угроз постоянно растет, надежное обеспечение безопасности людей, как отмечают специалисты, может быть достигнуто только путем решения триединой задачи:

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

Понятно поэтому, что формирование у россиян культуры безопасности жизнедеятельности является актуальной и социально значимой задачей.

В соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации (ГОСТ Р 22.3.07-2014 [2]), культура безопасности жизнедеятельности (КБЖ) – это составная часть общей культуры, характеризующая уровень подготовки в области безопасности

жизнедеятельности и осознанную потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения.

Носителями культуры безопасности жизнедеятельности являются личность, социальная общность (группа, коллектив), общество в целом, в связи с чем специалисты выделяют следующие уровни КБЖ:

- индивидуальный – он включает в себя мировоззрение, нормы поведения, ценностные ориентации личности и ее подготовленность в области безопасности жизнедеятельности;
- коллективный – представлен корпоративными ценностями, профессиональной этикой и моралью, подготовленностью персонала организации в сфере безопасности жизнедеятельности;
- общественно-государственный – включает традиции безопасного поведения, общественные ценности, подготовленность всего населения в области безопасности жизнедеятельности [3].

Формирование КБЖ представляет собой целенаправленное обучающее воздействие на

всех граждан в интересах получения ими знаний, умений и навыков в области безопасности жизнедеятельности и в целях воспитания у них внутренней осознанной потребности следовать определенным нормам и правилам безопасного поведения [4].

Как следует из приведенного определения, основой формирования КБЖ является выработка у ее носителей осознанной потребности в соблюдении норм безопасного поведения. В связи с этим в интересах совершенствования деятельности по формированию культуры безопасности жизнедеятельности у жителей Ивановской области нам представляется важным выявить фактическую значимость для них потребности в безопасности и в соблюдении норм безопасной жизнедеятельности. Это и является целью настоящей работы.

**Сущность потребностей и их роль в обеспечении безопасности живой системы.** Понятие «потребность» в современной науке интерпретируется по-разному.

Начнем с того что, по мнению одних исследователей, потребность «есть свойство всего живого, выражающее первоначальную, исходную форму его активного, избирательного отношения к условиям внешней среды» [5, С. 12], по мнению других, – понятие «потребность» применимо только к человеку.

В соответствии с первой из указанных точек зрения, потребности присущи любой живой системе, вне зависимости от того, к какому уровню организации материи – биологическому, психологическому или социальному – она относится. В данном случае выделяются три вида субъектов (носителей) потребностей: биологические организмы – растения и животные, осуществляющие обмен веществ с внешней средой бессознательно; человек – личность, обладающая индивидуальным психическим миром; социальные общности (коллективы, этносы, многонациональные сообщества), которые обладают общественным сознанием (менталитетом). Каждому из этих видов субъектов свойственны специфические механизмы формирования, переживания и удовлетворения потребностей. Однако во всех них потребности выполняют одинаковые функции – сигнальную (отражательную) и побуждающую (побудительную).

Живые системы (живые существа и их сообщества) являются саморегулирующимися и саморазвивающимися. Их саморегулирование направлено на сохранение устойчивости при изменении внешней или внутренней среды. Возникновение потребности «сигнализирует» о появлении рассогласований между условиями внешней среды, необходимыми для нормального существования системы, и теми, которые сложились в реальности, либо о нарушении

внутренней стабильности жизненных процессов: недостатке питательных веществ, дестабилизации психического мира и пр. В этом состоит сигнальная функция потребности (поскольку основой сигнальной функции является свойство отражения, присущее живой материи, ее иначе называют отражательной). Сигнал о рассогласовании субъективно переживается в виде физиологических чувств (голод, жажда, холод и т. п.) и в виде психических состояний неудовлетворенности, беспокойства, раздражения.

Побуждающая функция потребности проявляется в стимулировании живой системы совершать определенные действия для компенсации возникшего рассогласования. Когда рассогласование устраняется, потребность дезактивируется и ее побуждающее воздействие затухает, однако оно возникает снова при новом цикле рассогласования.

Итак, в соответствии с первым подходом, потребность – это функциональное свойство живых систем активно реагировать на рассогласование между наличными и нормальными внешними и внутренними условиями их жизнедеятельности; это особые способности, активизирующие другие способности живых систем при появлении рассогласований, нарушающих стабильность жизненных процессов [6]. Можно сказать, таким образом, что потребность является фактором обеспечения безопасности живой системы.

С позиции второго подхода, потребность мотивирует лишь человеческую деятельность, тогда как побудителем активности животных выступает нужда. Между нуждой животного и человеческой потребностью существуют глубокие качественные различия: человеческие потребности формируются под влиянием окружающей человека среды, а не запрограммированы, как животная нужда, генетически; в процессе удовлетворения потребностей человек не просто использует, как это делает животное, готовые продукты природы, а сам производит предметы потребления и оценивает их [7, С. 21].

В рамках данного подхода потребность часто определяют как состояние человека, складывающееся на основе противоречия между имеющимся и необходимым (или тем, что кажется человеку необходимым) и побуждающее его к деятельности по устранению данного противоречия [8, С. 11].

В понимаемой таким образом потребности выделяют два компонента – объективный и субъективный. Объективный компонент – нужда – имеет чисто объективный неотлагательный и повелительный характер, она обуславливается законами природы, а не сознательным выбором или субъективными пристрастиями человека и существует независимо

от того, осознается она субъектом или нет. Субъективный компонент потребности представляет собой осознание нужды человеком (в виде интересов, желаний, стремлений, прихотей).

Потребность, осознанная субъектом, принимает форму интереса, то есть стремления действовать определенным образом во имя ее удовлетворения. Внешним выражением потребности, которая осознана человеком, являются также желание или прихоть (понятие «прихоть» обозначает желание, в котором преобладает субъективный момент, т. е. такое, которое не имеет под собой достаточных объективных, разумных оснований).

Итак, нужда объективна и существует независимо от того, осознается она субъектом или нет; желание представляет собой осознание человеком того, что он хочет, при этом желание (особенно, принявшее форму каприза или прихоти) может быть сильно оторвано от реальных нужд личности.

**Факторы, обуславливающие значимость потребности в безопасности.** Существуют различные типологии человеческих потребностей [9, С. 144]. Однако самой известной из них является «пирамида потребностей» А. Маслоу. В соответствии с ней потребности актуализируются в иерархическом порядке: потребности более высокого уровня приобретают значимость для индивида после удовлетворения потребностей, относящихся к предшествующим уровням. При этом к первичному (базовому) уровню А. Маслоу относит физиологические (естественные, биологические) потребности – в пище, в определенном температурном режиме, в движении, в отдыхе и пр.; потребности в безопасности (экзистенциальные) он причисляет

к более высокому уровню. Исходя из логики Маслоу, потребности в безопасности (и, следовательно, мотивация к обеспечению собственной безопасности) приобретают в глазах индивида значимость только тогда, когда он сыт, одет, обут и т. д.

Это подтверждается данными исследования, которое было реализовано нами в мае – сентябре 2017 года в Ивановской области.

Нами был проведен массовый опрос жителей региона, имевший целью выявить их отношение к вопросам безопасности жизнедеятельности и оценить уровень подготовленности в вопросах гражданской обороны (ГО). Всего было опрошено 369 человек в возрасте от 16 лет и старше, проживающих в различных населенных пунктах области – как в крупных городах (Иваново, Кинешма, Шуя), так и в сравнительно небольших муниципальных районах (Гаврилово-Посадское, Лежневское, Родниковское, Фурмановское). Выборка квотная.

В ходе исследования нами были определены факторы, обуславливающие уровень владения обязательными компетенциями в сфере гражданской обороны. К числу этих факторов относятся пол, возраст, уровень и профиль образования респондентов, род их деятельности, сфера занятости, а также уровень обеспеченности. Было установлено, что в последнем случае имеет место прямая зависимость: чем выше уровень материальной обеспеченности, тем выше уровень подготовленности в вопросах ГО. Уровень обеспеченности сопрягается также с отношением респондентов к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности: наиболее обеспеченные респонденты чаще других склонны считать эту проблему важной (см. таблицу).

Таблица

**Отношение респондентов к проблеме формирования КБЖ в зависимости от уровня обеспеченности, % (n=369 ч.)**

Уровень обеспеченности	Относится ли проблема формирования КБЖ к числу важных?			Всего
	безусловно	это важная проблема, но есть и более значимые	нет	
весьма обеспеченный	62,5	31,3	6,3	100,0
средний достаток	46,0	46,0	2,1	100,0
низкий достаток	52,2	36,3	6,2	100,0
живу за чертой бедности	26,7	33,3	13,3	100,0

Согласно данным опроса, значительная часть респондентов, живущих, по их собственной оценке, за чертой бедности, не только не признает данную проблему значимой, но и проявляет в вопросах обеспечения безопасности большее,

нежели другие категории опрошенных, безразличие и пассивность. В частности, наименее обеспеченные участники опроса не выказывают интереса к разного рода обучающим материалам по ГО, не стремятся участвовать в соответствующих

мероприятиях. При этом представители данной группы опрошенных демонстрируют в вопросах обеспечения безопасности и большой пессимизм. Так, 86,7 % из них (значительно больше, чем в других группах респондентов) признают уровень подготовленности населения Ивановской области в вопросах ГО неудовлетворительным; именно в этой категории опрошенных наиболее велика доля тех, кто не считает возможным во время ЧС найти в доме или офисе относительно безопасное место.

Подобное безразличие к проблемам безопасности со стороны малоимущих граждан можно, по нашему мнению, объяснить двояко.

Во-первых, в русле концепции А. Маслоу можно считать причиной описанной ситуации то обстоятельство, что люди, живущие «за чертой бедности», сконцентрированы на наиболее важных для них заботах «о хлебе насущном», на фоне которых имеющиеся потенциальную возможность возникнуть в будущем чрезвычайные ситуации, вызванные природными катаклизмами, техногенными факторами или военными конфликтами, представляются им слишком маловероятными и имеющими мало отношения к реальной жизни.

Во-вторых, можно предположить, что малоимущие граждане в принципе являются более пассивными, чем обеспеченные, и именно поэтому живут «за чертой бедности». (Кстати, сам Маслоу обращал внимание на то, что любой индивид в каждый конкретный момент времени может реализовывать потребности разных уровней, и полное насыщение потребностей предыдущего уровня не необходимо для перехода к насыщению потребностей следующего уровня. Следовательно, и потребность в безопасности может быть актуализирована одновременно с физиологическими и другими потребностями). Здесь уместно привести данные другого нашего исследования, реализованного в Ивановской области весной 2018 г. Эти данные демонстрируют, что малоимущие реже, нежели представители других категорий населения, занимаются физкультурой и участвуют в массовых спортивных мероприятиях, зато среди них сравнительно много таких, кто имеет вредные привычки. По нашему мнению, это свидетельствует в пользу второго предположения.

Как бы то ни было, результаты исследования говорят о том, что повышение уровня материального благосостояния людей – задача, важная не только сама по себе, но и значимая с позиций формирования культуры безопасности жизнедеятельности граждан. Деятельность по формированию КБЖ может дать устойчивый результат только в том случае, если по мере роста материального благосостояния людей возрастает их стремление к обеспечению собственной безопасности.

Кроме того, исследование продемонстрировало, что жители региона не имеют достаточно сильной внутренней мотивации для реализации безопасного поведения. Следовательно, существует необходимость в создании соответствующих внешних стимулов. В качестве таковых могут выступать санкции, исходящие от лица государственных структур (в том числе – регионального уровня), способствующие активному освоению и соблюдению жителями Ивановской области норм безопасной жизнедеятельности. Это, в свою очередь, предполагает внесение дополнений в нормативно-правовую базу, регламентирующую в настоящее время организацию подготовки граждан в области БЖД и требования в сфере обеспечения ими собственной безопасности.

**Выводы.** В науке имеются разные точки зрения на сущность потребностей. Обобщив их, можно прийти к следующим выводам.

Атрибутом всего живого является нужда. Она имеет объективный характер, обусловлена законами природы и свойствами живого организма. Нужда представляет собой механизм устранения рассогласования между наличными и нормальными внешними и внутренними условиями жизнедеятельности живой системы. Можно сказать, следовательно, что нужда обеспечивает безопасность живой системы.

Потребность – это нужда, осознанная человеком в виде желаний, стремлений, интересов. Согласно концепции Маслоу, человеческие потребности актуализируются в иерархическом порядке: по мере удовлетворения индивидом потребностей нижестоящего уровня для него приобретают значимость потребности более высоких уровней. Это положение подтверждают данные массового опроса жителей Ивановской области, в соответствии с которыми проблемы безопасности являются тем более значимыми для респондентов, чем выше уровень их материальной обеспеченности (и, следовательно, чем более полно удовлетворяются их базовые потребности). Успех деятельности по формированию КБЖ, таким образом, зависит от роста уровня материального благосостояния населения региона.

Отсутствие у жителей Ивановской области достаточной внешней мотивации для соблюдения норм БЖД и освоения необходимых для этого знаний и навыков, что продемонстрировали результаты социологического исследования, обуславливает необходимость в создании дополнительных внешних стимулов в форме санкций, исходящих от лица государственных органов, и, следовательно, внесения соответствующих дополнений в нормативно-правовую базу, регламентирующую в настоящее время организацию подготовки граждан в области БЖД и требования в сфере обеспечения ими собственной безопасности.

**Библиография**

1. Методические рекомендации для специалистов органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по формированию культуры безопасности жизнедеятельности среди населения с использованием средств массовой информации / А.В. Алымов, Э.Н. Аюбов [и др.]. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 134 с.
2. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 22.3.07-2014 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности». Дата введения 2015-04-01.
3. Акимов В.А., Дурнев Р.А. Культура безопасности жизнедеятельности как системообразующий фактор снижения рисков чрезвычайных ситуаций в современных условиях / В.А. Акимов, Р.А. Дурнев // Технологии гражданской безопасности. – 2008. – № 4. – С. 27-28.
4. Воробьев Ю.Л. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения / Ю.Л. Воробьев, В.А. Пучков, Р.А. Дурнев; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – М., 2006. – 316 с.
5. Здравомыслов А.Г. Потребности. Интересы. Ценности / А.Г. Здравомыслов. – М., 1986. – 221 с.
6. Соколов А.В. Общая теория социальной коммуникации. URL: [http://sbiblio.com/biblio/archive/sokolov\\_social\\_communication/](http://sbiblio.com/biblio/archive/sokolov_social_communication/)(дата обращения: 30.11. 2013).
7. Садохин А.П. Сервисология: человек и его потребности / А.П. Садохин. – М., 2011. – 105 с.
8. Балакина Ю.Ю. Человек и его потребности (Сервисология) / Ю.Ю. Балакина. – Ростов н/Д., 2010. – 285 с.
9. Хромченко А.Л. К вопросу о разработке классификации потребностей в российской научной традиции / А.Л. Хромченко // Общественные науки и современность. – 2007. – № 4. – С. 144.

**References**

1. Metodicheskie rekomendacii dlya specialistov organov ispolnitel'noj vlasti sub"ektov Rossijskoj Federacii po formirovaniyu kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti sredi naseleniya s ispol'zovaniem sredstv massovoj informacii / A.V. Alymov, E.H.N. Ayubov [i dr.]. – M.: FGBU VNII GOCHS (FC), 2013. – 134 s.
2. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii GOST R 22.3.07-2014 «Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Kul'tura bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti». Data vvedeniya 2015-04-01.
3. Akimov V.A., Durnev R.A. Kul'tura bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti kak sistemoobrazuyushchij faktor snizheniya riskov chrezvychajnyh situacij v sovremennyh usloviyah / V.A. Akimov, R.A. Durnev // Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti. – 2008. – № 4. – S. 27-28.
4. Vorob'ev YU.L. Osnovy formirovaniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya / YU.L. Vorob'ev, V.A. Puchkov, R.A. Durnev; pod obshch. red. YU.L. Vorob'eva. – M., 2006. – 316 s.
5. Zdravomyslov A.G. Potrebnosti. Interesy. Cennosti / A.G. Zdravomyslov. – M., 1986. – 221 s.
6. Sokolov A.V. Obshchaya teoriya social'noj kommunikacii. URL: [http://sbiblio.com/biblio/archive/sokolov\\_social\\_communication/](http://sbiblio.com/biblio/archive/sokolov_social_communication/)(data obrashcheniya: 30.11. 2013).
7. Sadohin A.P. Servisologiya: chelovek i ego potrebnosti / A.P. Sadohin. – M., 2011. – 105 s.
8. Balakina YU.YU. Chelovek i ego potrebnosti (Servisologiya) / YU.YU. Balakina. – Rostov n/D., 2010. – 285 s.
9. Hromchenko A.L. K voprosu o razrabotke klassifikacii potrebnostej v rossijskoj nauchnoj tradicii / A.L. Hromchenko // Obshchestvennye nauki i sovremennost'. – 2007. – № 4. – S. 144.

## **THE NEED FOR SECURITY AS A FACTOR OF FORMATION THE CULTURE OF SAFETY**

*Various points of view on the essence of needs are considered; the role of needs (needs) in ensuring the safety of the living system is revealed. Revealed place of security needs in the hierarchy of human needs; on the basis of the data of a sociological study determined the factors contributing to the value of the security needs for the population of the Ivanovo region. The role of material security in the actualization of the need for security is emphasized. Conclusions are drawn that: 1) activity on formation of culture of life safety of the population of the region will give steady positive result in case of growth of level of their material well-being; 2) inhabitants of area have no strong enough internal motivation for implementation of safe behavior therefore for improvement of the organization of activity on formation of culture of life safety it is expedient to provide «pressure» of the state on citizens in the form of the sanctions promoting active development and observance by them of standards of safe activity.*

**Keywords:** *culture of life safety, safe behavior, needs, needs, security needs*

***Пушина Лада Юрьевна,***

*кандидат социологических наук,  
доцент кафедры основ экономики функционирования РСЧС,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
тел. 8(905) 107-01-47,  
e-mail: Bas2808@yandex.ru,*

***Pushina L.Y.,***

*Candidate of Sociological Sciences,  
Associate Professor of the Department of the Basics of Economics of the functioning of  
the Russian Emergency System  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

***Тихановская Людмила Борисовна,***

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры основ экономики функционирования РСЧС,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
тел. 8(920) 672-32-45,  
e-mail: ludmila.tihanovskaya@yandex.ru,*

***Tihanovskaya L.B.,***

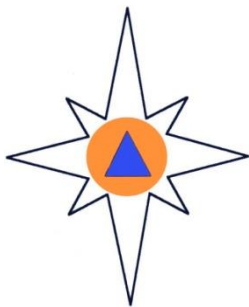
*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of the Basics of Economics of the functioning of  
the Russian Emergency System,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

***Найденова Светлана Викторовна,***

*старший преподаватель кафедры основ экономики функционирования РСЧС,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
тел. 8(961) 116-34-59,  
e-mail: finogina71@mail.ru,*

***Naidenova S.V.,***

*Senior Lecturer at the Department of Essentials of Economics of the RSChS  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*



## БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

УДК 614.841.411

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО В МЕСТАХ КРЕПЛЕНИЯ СВЕТООТРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, С.В. Ульева, О.Г. Циркина, И.Ю. Шарбанова*

*В статье представлено техническое решение по повышению теплозащитных свойств боевой одежды пожарного в местах крепления светоотражающих элементов. Выявлено, что температура на внутренней поверхности боевой одежды пожарного в местах расположения светоотражающих элементов выше на 30%, чем на соседних участках, что приводит к более высокому риску получения травм пожарными, а также снижению теплозащитных свойств комплекта боевой одежды в целом. Использование покрытия на основе вакуумированных микросфер, расположенных слоем под светоотражающим элементом, позволяет снизить риск получения травмы пожарным и обеспечить более комфортные условия работы при значительных тепловых воздействиях на человека.*

**Ключевые слова:** боевая одежда пожарного, светоотражающий элемент, теплоизолирующий слой, теплопроводность.

При работе на пожаре сотрудники пожарно-спасательных подразделений сталкиваются с воздействием на них опасных факторов пожара, в результате чего возникает риск для их жизни и здоровья.

Уровень теплового воздействия на человека и на защищающие его от негативного теплового излучения материалы боевой одежды пожарного (БОП) часто граничит с предельными значениями или превышает их, что приводит к перегреву или ожогам пожарного. При внутреннем перегреве организма происходит нарушение терморегуляции, что вызывает тепловой удар и ухудшение самочувствия спасателя [1].

При проведении работ по тушению пожаров и спасанию людей пожарными используются средства индивидуальной защиты от воздействия опасных факторов пожара. Данные средства направлены на обеспечение безопасности при выполнении поставленных перед пожарными подразделениями задач в условиях воздействия опасных факторов пожара. Средства индивидуальной защиты (СИЗ), используемые при пожаре, имеют широкую номенклатуру изделий. СИЗ пожарных должны эргономически сочетаться между собой и иметь светосигнальные элементы, позволяющие

осуществлять визуальное наблюдение и поиск пожарных в условиях пониженной видимости [2].

Основным защитным средством является боевая одежда пожарного (БОП), которая представляет собой комплект многослойной специальной защитной одежды, предназначенный для защиты пожарного от опасных и вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических условий. При этом основной проблемой является воздействие на пожарных высоких температур, в результате чего возникает риск получения травм, ожогов и теплового удара.

Традиционно пакет материалов и тканей, используемых для изготовления БОП, состоит из 4 основных слоев:

– материала верха, выполненного из негорючих материалов для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени, а также механических воздействий;

– водонепроницаемого слоя, выполненного из различных полимерных материалов для защиты от негативных воздействий влаги, ветра;

– теплоизоляционной подкладки, выполненной из материалов с низкой теплопроводностью, предназначенной для

защиты от повышенных тепловых воздействий окружающей среды;

– гигиенического слоя, выполненного из хлопчатобумажной ткани [3].

Помимо этого, при изготовлении боевой одежды пожарного используются светоотражающие элементы (СОЭ), которые необходимы пожарным в условиях плохой видимости в дыму. Светоотражающие элементы представляют собой материалы, состоящие из микросфер, преломляющих световой луч в

обратном направлении, отражающего алюминиевого слоя, связующего и прочной тканевой основы. За счет алюминиевой основы нагрев светоотражающих участков до критических для человека температур происходит гораздо быстрее. Такое свойство светоотражателей негативно влияет на теплозащитные свойства БОП в целом. На рис. 1 показана термограмма распределения температур на БОП при работе у очага пожара.



Рис. 1. Термограмма распределения температур на БОП при работе у очага пожара

Целью работы является разработка технических решений по повышению теплозащитных свойств боевой одежды пожарного в местах расположения светоотражающих элементов.

На первом этапе проведены исследования устойчивости боевой одежды пожарного к воздействию высоких температур на различных участках тела. Данные измерения позволили выявить наиболее уязвимые участки, в которых вероятность получения повреждения от воздействия высоких температур наиболее высока. Для проведения исследования устойчивости боевой одежды пожарного к воздействию высоких температур использовалось следующее оборудование:

- учебно-тренировочный огневой комплекс ПТС «Уголек М»;
- тепловизор «FlukeTi20»;
- термометрические полоски «TestoAGD-79849 Lenzkirch»;
- боевая одежда пожарного (производитель ЗАО «Элиот»);
- манекен весом 30 кг.

Полученная термограмма с точками контроля температур на поверхности БОП при проведении исследования позволяет доказать тот факт, что наиболее интенсивному нагреву, помимо каски и верхней части куртки,

подвергаются участки рукавов с расположенными на них светоотражающими элементами (рис. 1). При этом температура наружного слоя БОП, измеренная с помощью тепловизора, составляет 127–139°C – на местах расположения светоотражающих полосок и 101–103°C – на соседних участках, что является свидетельством более низкой теплоемкости светоотражающих элементов. Таким образом, температура нагрева светоотражающих элементов выше температуры материала верха БОП на 25-35 %, что оказывает существенное влияние на температуру в подкостном пространстве в данных областях.

В ходе дальнейшего исследования получены данные температур на внутренней и внешней поверхностях образцов пакета материалов БОП с имеющимися на них светоотражающими элементами и при их отсутствии (таблица 1). Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о том, что температура и внутренней, и наружной поверхности пакета материалов БОП с наличием светоотражающего элемента выше аналогичного показателя контрольного образца на 10-30 % в зависимости от времени экспозиции материала. Таким образом, защитные свойства боевой одежды в местах наличия светоотражающих элементов значительно снижаются.



**Результаты исследования температур на внутренней и внешней поверхностях БОП**

Т, °С Время, с	Т <sub>внутр. пов.</sub>		Т <sub>внешн. пов.</sub>	
	Обр. без СОЭ	Обр. с СОЭ	Обр. без СОЭ	Обр. с СОЭ
0	25	25	27	27
20	25,75	26,25	42	38,1
40	26,2	27,25	45,8	50
60	27,75	27,75	53	53,9
80	27,9	28,25	54,6	60,1
100	28,3	30,9	57	66,6
120	28,8	31,8	63	72,1
140	29,1	33,75	68,7	77,3
160	29,9	34,3	71,2	81,5
180	30,25	35,5	74,8	85,4
200	30,9	36,5	77,2	89,1
220	31,75	39,3	79,5	91,6
240	32,8	41,2	80,3	94,2
260	35,3	45,5	81,3	96,2
280	38,1	47,3	81,6	98,5
300	39,7	54,7	82,2	100,7
320	42,7	57,7	85,1	102,2
340	45,2	60,2	86,6	103,6
360	48,5	63,5	89,7	104,8
380	49,1	65,3	91,1	106
400	50,5	64,5	92,3	107,2
420	51,7	66,7	94,8	107,8
440	53,8	68,8	96,9	108,8
460	58,3	73,3	98,5	109,8
480	62,2	77,2	100,3	111

Для улучшения теплозащитных свойств БОП со светоотражающими элементами на область их крепления предложено наносить дополнительное теплозащитное покрытие на основе вакуумированных микросфер. Исследуемое теплозащитное покрытие представляет собой многоуровневую систему, состоящую из силиконовых и керамических вакуумированных микросфер и связующего вещества. Связующее вещество обеспечивает заполнение пространства между микросферами высококачественным латексно-акриловым полимерным материалом, который при высыхании образует тонкопленочное покрытие, играющее роль теплового зеркала. Данное

теплозащитное покрытие является тепло- и энергосберегающим материалом, который не содержит органических растворителей и летучих соединений, поэтому безопасен, нетоксичен и предназначен для различных видов поверхностей.

В ходе исследования получены данные, представленные в таблице 2, которые свидетельствуют о том, что на внутренней поверхности пакета материалов БОП значения температуры снизились на 10-12%. Из этого следует, что дополнительное покрытие обеспечивает повышенную теплозащиту БОП, тем самым решается проблема низкой теплоемкости светоотражающих элементов.

Результаты исследования с нанесением дополнительного теплозащитного покрытия

Время, с	Т, °С	
	Т <sub>внутр.ср.</sub> Обр. с СОЭ	Т <sub>внешн.ср.</sub> Обр. с СОЭ
0	25	27
20	25,8	36,8
40	26,5	47,1
60	27,1	49,75
80	28,3	54,9
100	29,15	60,2
120	30,75	64,7
140	32,1	70,35
160	32,85	76,4
180	34,7	81,5
200	35,95	85,3
220	37,5	87,25
240	41,2	90,5
260	45,5	93,7
280	47,3	96,5
300	50,75	97,7
320	52,4	99,2
340	54,8	100,6
360	57,3	102,8
380	60,9	103,1
400	62,15	104,2
420	64,2	105,8
440	66,53	107,3
460	67,1	108,5
480	68,5	109,4

#### Выводы

1. Выявлено, что температура на внутренней поверхности БОП в местах наличия светоотражающих элементов выше на 30%, чем в местах, где светоотражающие элементы отсутствуют, что приводит к возможности получения травм пожарными, а также снижению теплозащитных свойств комплекта боевой одежды в целом.

#### Библиография

1. Болибрух Б.В. Модель теплового состояния пожарного в защитной одежде / Б.В. Болибрух, М. Хмель, Ю. Мазур // *Bezpieczeństwo Technika Pożarnicza*. – 2016. – Vol. 41 Issue 1 – Pp. 37-46.
2. Архиреев К.Э. Проблемные вопросы разработки и использования боевой одежды пожарных / К.Э. Архиреев, В.И. Логинов, И.В. Коршунов, А.В. Смагин // *Материалы 6-й международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации»*. – 2018. – С. 105-108.
3. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. Стандратинформ. – 2009. – 37 с.

#### 2. Представлено техническое решение по

повышению теплозащитных свойств боевой одежды в местах расположения светоотражающих элементов за счет использования покрытия на основе вакуумированных микросфер, что позволяет снизить риск получения травмы пожарным и обеспечить более комфортные условия работы при высоких тепловых воздействиях.

#### References

1. Bolibruh B.V. Model' teplovogo sostoyaniya pozharnogo v zashchitnoj odezhdе / B.V. Bolibruh, M. Hmel', YU. Mazur // *Bezpieczeństwo Technika Pożarnicza*. – 2016. – Vol. 41 Issue 1 – Pp. 37-46.
2. Arhireev K.EH. Problemnye voprosy razrabotki i ispol'zovaniya boevoj odezhdy pozharnyh / K.EH. Arhireev, V.I. Loginov, I.V. Korshunov, A.V. Smagin // *Materialy 6-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Pozharotushenie: problemy, tekhnologii, innovacii»*. – 2018. – S. 105-108.
3. GOST R 53264-2009. Tekhnika pozharnaya. Special'naya zashchitnaya odezhda pozharnogo. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Standratinform. – 2009. – 37 с.

## **IMPROVING THE HEAT-PROTECTIVE PROPERTIES OF COMBAT FIRE CLOTHES IN THE PLACE OF REFLECTIVE ELEMENTS FASTENING**

*The article presents a technical solution to improve the heat-shielding properties of fire fighting clothing in the places of reflective elements attachment. It is revealed that the temperature on the inner surface of the clothing at the locations of the reflective elements is 30% higher than in neighboring areas, which leads to a higher risk of injury to firefighters, as well as a decrease in the heat-shielding properties of the combat clothing set in general. The use of coatings based on evacuated microspheres, which are located under the light-reflecting element, reduces the risk of injury to firefighters and provides more comfortable working conditions with significant thermal effects on humans.*

**Keywords:** *fire fighting clothing, reflective element, insulating layer, thermal conductivity.*

**Сорокин Дмитрий Вячеславович,**

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
тел. 8-915-844-29-35,  
e-mail: element\_37@mail.ru,*

**Sorokin D.V.,**

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Никифоров Александр Леонидович,**

*доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК  
«Государственный надзор»),  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
тел. 8-920-345-08-10,  
e-mail: anikiforoff@list.ru,*

**Nikiforov A.L.,**

*Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,  
professor of the fire safety department of defense facilities (as part of the «State  
Supervision»),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Ульева Светлана Николаевна,**

*кандидат химических наук,  
доцент кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК  
«Государственный надзор»),  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
8-910-668-00-38, jivotyagina@mail.ru,*

**Ulyeva S.N.,**

*PhD in Chemistry,  
Associate Professor of the Fire Safety Department of Defense Facilities (as part of the  
«State Supervision»),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Циркина Ольга Германовна,**

*доктор технических 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,*

8-980-680-87-27, ogtsirkina@mail.ru,

**Cirkin O.G.,**

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,*

*Professor of the Department of Fire Safety of Protected Facilities (as part of the ESC  
«State Supervision»),*

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Шарабанова Ирина Юрьевна,**

*кандидат медицинских наук, доцент,*

*заместитель начальника академии по научной работе,*

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

*Россия, г. Иваново,*

*тел. 8-962-157-49-99,*

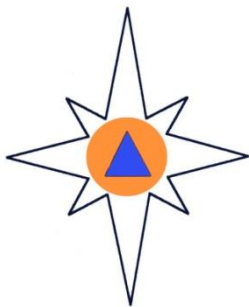
*e-mail: sharabanova@bk.ru,*

**Sharabanova I.U.,**

*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,*

*Deputy Head of the Academy for Scientific Work,*

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*



## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

УДК 519.25

### ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*М.Г. Есина, О.В. Хонгорова, И.Ю. Шарбанова, С.В. Базанов, Н.Ю. Новичкова*

*Статья посвящена проблеме дорожно-транспортного травматизма в Российской Федерации. Отмечается, что резкий рост использования автомобильного транспорта вызвал увеличение показателей травматизма и гибели людей в результате автомобильных аварий. Авторы анализируют взаимосвязь между количеством дорожно-транспортных происшествий и количеством пострадавших, при этом строится аналитическая зависимость рассмотренных параметров. В статье представлена математическая модель статистической взаимосвязи между количеством дорожно-транспортных происшествий и количеством пострадавших в Российской Федерации за период времени с 2000 по 2017 гг. Данная модель может быть использована для произведения расчетов прогнозных значений исследуемых признаков, поскольку она с высокой вероятностью описывает их взаимосвязь.*

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, показатели травматизма, статистика дорожно-транспортных происшествий, математическая модель, коэффициент корреляции.

Обеспечение безопасности жизни и здоровья граждан Российской Федерации входит в число наиболее приоритетных государственных задач. Резкий рост использования автомобильного транспорта вызвал увеличение показателей травматизма и гибели людей в результате автомобильных аварий.

По данным статистики, в Российской Федерации около 40% граждан, умерших от травм, погибли в автокатастрофах. Каждое дорожно-транспортное происшествие может иметь серьезные последствия и нанести всем его участникам как физический, так и моральный ущерб. Как отмечает исследователь О.В. Корнеева, «...необратимые человеческие потери от ДТП за последние 10 лет эквиваленты численности населения среднего областного центра, при этом на каждые 100 пострадавших стабильно приходится, как минимум, 9 тяжелораненых или погибших. Жертвы ДТП в 7 раз чаще подлежат госпитализации и в 6 раз чаще

становятся инвалидами, чем лица, пострадавшие в результате несчастных случаев или воздействия внешних причин иного рода» [2.С.3]. В связи с этим изучение динамики дорожно-транспортных происшествий является актуальным.

В работе проводится анализ взаимосвязи между количеством дорожно-транспортных происшествий и количеством пострадавших, при этом строится аналитическая зависимость рассмотренных параметров. Рассмотрим статистику дорожно-транспортных происшествий по данным Госавтоинспекции Российской Федерации в Российской Федерации в период с 2000 года по 2017 год (табл.1).

Для построения математической модели введем в рассмотрение две величины:

$x$  – количество ДТП, относится к факторному признаку.

$y$  – количество пострадавших, описывает результирующий признак.

Таблица 1

Период		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Число ДТП, тыс. ед	x	157,50	164,40	184,36	204,27	208,56	223,34	229,14	233,81	218,32
Число пострадавших, тыс. чел.	y	179,40	187,79	215,68	243,92	251,39	274,86	285,36	292,21	270,88
Период		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Число ДТП, тыс. ед	x	203,60	199,43	199,87	203,60	204,07	199,72	184,00	173,70	169,43
Число пострадавших, тыс. чел.	y	257,03	250,64	251,85	258,62	258,44	251,79	231,20	221,14	215,37

Статистические данные на первом этапе исследования проверяются на однородность. Для этого коэффициента вариации  $V_x$  по признаку-фактору.

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Определим среднюю величину  $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{3561,11}{18} \approx 198 . \quad (2)$$

Рассчитаем среднеквадратическое отклонение  $\sigma_x$ , используя промежуточные данные (табл. 2).

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{8123,72}{18}} \approx 21,2 ; V_x = \frac{21,2}{198} \cdot 100\% \approx 10,74\%$$

Таблица 2

Порядковый номер периода	Число ДТП, тыс. ед (x)	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	Порядковый номер периода	Число ДТП, тыс. ед (x)	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	157,50	-40,34	1627,69	10	203,60	5,76	33,22
2	164,40	-33,44	1118,14	11	199,43	1,59	2,53
3	184,36	-13,48	181,70	12	199,87	2,03	4,11
4	204,27	6,43	41,31	13	203,60	5,76	33,15
5	208,56	10,72	114,88	14	204,07	6,23	38,79
6	223,34	25,50	650,37	15	199,72	1,88	3,54
7	229,14	31,30	979,71	16	184,00	-13,84	191,53
8	233,81	35,97	1293,80	17	173,70	-24,14	582,72
9	218,32	20,48	419,53	18	169,43	-28,41	806,99
Итого							8123,72

Можно сделать вывод об однородности статистических данных и средней степени рассеивания, так как выполняется условие:

$$10\% < V_x \approx 10,74\% < 20\% .$$

Следующим этапом исследования является проверка данных на удовлетворение закону нормального распределения. Используем известное правило «трех сигм» (табл. 3).

Таблица 3

Интервалы для значений признака-фактора	Интервалы значений признака x		Число единиц, входящих в интервал	Удельный вес числа единиц, входящих в интервал в общем их числе, %	Удельный вес числа единиц, входящих в интервал, при нормальном распределении, %
$x \pm \sigma$	176,60	219,08	11	61,11%	68,30%
$x \pm 2\sigma$	155,35	240,33	18	100,00%	95,40%
$x \pm 3\sigma$	134,11	261,57	18	100,00%	99,70%

Согласно данным таблицы 3 наблюдаем отсутствие нормальности распределения статистических данных (см. столбец 5). Отметим, что среди рассмотренных данных нет резко выделяющихся единиц.

Произведем аналитическую группировку по признаку для проверки наличия связи.

Число групп равно 4, интервалы берем равными по величине.

Длина интервала вычисляется по формуле:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m} = \frac{233,81 - 157,5}{4} = 19,08, \quad (3)$$

где  $m$  – число групп.

Полученное таким образом распределение иллюстрировано в таблице 4.

Таблица 4

Интервалы значений признака x		Количество периодов	$\Sigma y_i$	Среднее количество пострадавших в данном интервале
157,50	176,58	4	803,71	200,93
176,58	195,66	2	446,88	223,44
195,66	214,74	8	2023,66	252,96
214,74	233,81	4	1123,32	280,83
Итого		18	4397,57	

На рис. 1 представлен график зависимости числа пострадавших от количества дорожно-транспортных происшествий, из которого следует, что с увеличением количества ДТП возрастает количество пострадавших.

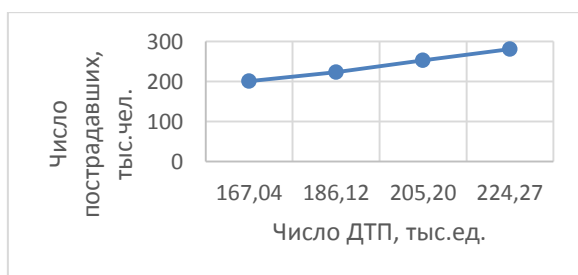


Рис. 1. Кривая зависимости числа пострадавших от количества дорожно-транспортных происшествий

Рассчитаем линейный коэффициент корреляции. Данные занесем во вспомогательную таблицу (табл. 5).

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\sqrt{\left[ \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \right] \left[ \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \right]}} = \frac{881156,04 - \frac{3561,11 \cdot 4397,56}{18}}{\sqrt{\left[ 712652,93 - \frac{(3561,11)^2}{18} \right] \left[ 1090523,17 - \frac{(4397,56)^2}{18} \right]}} = 0,973$$

Линейный коэффициент корреляции приближается к 1, следовательно, можно утверждать, что наблюдается прямая и очень тесная связь между изучаемыми явлениями.

Вычислим среднюю квадратичную ошибку коэффициента корреляции (4)

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 2}} = \frac{1 - 0,973^2}{\sqrt{18 - 2}} \approx 0,013;$$

$$\frac{|r|}{\sigma_r} = \frac{0,973}{0,013} \approx 72,15. \quad (4)$$

t-критерий Стьюдента при  $P=0,95$  и  $k=18-2$ ;

$$t_{\text{табл}} = 2,12.$$

Порядковый номер периода	Период	Число ДТП, тыс.ед. (x)	Число пострадавших, тыс.чел. (y)	$x^2$	$y^2$	xy	$\bar{y}$	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$
1	2000	157,50	179,40	24804,68	32184,72	28254,76	188,96	-9,56	91,36057
2	2001	164,40	187,79	27027,69	35265,08	30872,86	198,43	-10,64	113,289
3	2002	184,36	215,68	33988,61	46517	39762,4	225,82	-10,14	102,7753
4	2003	204,27	243,92	41725,01	59496,48	49824,6	253,13	-9,21	84,77925
5	2004	208,56	251,39	43496,44	63194,92	52428,56	259,01	-7,63	58,17815
6	2005	223,34	274,86	49881,65	75550,22	61388,68	279,3	-4,43	19,64154
7	2006	229,14	285,36	52505,14	81431,47	65387,85	287,25	-1,89	3,565494
8	2007	233,81	292,21	54666,65	85384,35	68320,39	293,66	-1,45	2,10172
9	2008	218,32	270,88	47664,5	73377,6	59139,72	272,41	-1,53	2,328235
10	2009	203,60	257,03	41454,18	66066,48	52332,89	252,22	4,82	23,21686
11	2010	199,43	250,64	39772,72	62817,9	49984,39	246,5	4,14	17,16465
12	2011	199,87	251,85	39947,22	63427,92	50336,56	247,1	4,76	22,63378
13	2012	203,60	258,62	41451,74	66882,75	52653,65	252,21	6,41	41,08322
14	2013	204,07	258,44	41643,75	66789,68	52738,72	252,85	5,58	31,17487
15	2014	199,72	251,79	39888,08	63395,69	50286,5	246,89	4,90	23,97611
16	2015	184,00	231,20	33856	53452,05	42540,25	225,32	5,88	34,51648
17	2016	173,70	221,14	30171,69	48902,9	38412,02	211,19	9,95	98,97893
18	2017	169,43	215,37	28707,2	46386	36491,25	205,34	10,04	100,7646
<b>Итого</b>		<b>3561,11</b>	<b>4397,56</b>	<b>712652,93</b>	<b>1090523,17</b>	<b>881156,04</b>			<b>871,5288</b>

Имеем  $\frac{|r|}{\sigma_r} > t_{табл}$  – критерия (72,15 > 2,12).

Таким образом, получаем существенную значимость коэффициента корреляции.

Построим математическую модель линейной зависимости исходных данных в виде  $\hat{y} = a + bx$ .

Вычислим необходимые параметры связи:  $a$  и  $b$ .

$$b = \frac{\sum xy - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - n \cdot (\bar{x})^2} = \frac{881156,04 - 18 \cdot 197,84 \cdot 244,31}{712652,93 - 18 \cdot 197,84^2} \approx 1,4;$$

$$\left( \bar{x} = \frac{3561,11}{18} = 197,84; \bar{y} = \frac{4397,56}{18} = 244,31 \right);$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 244,31 - 1,4 \cdot 197,84 \approx -27,11.$$

Получаем зависимость следующего вида:  $\hat{y} = -27,11 + 1,4x$ .

Определим величины  $\omega^2 = \frac{k^2 - r^2}{m-2} \cdot \frac{1-k^2}{n-m}$ , которые позволяют использовать линейную

функцию.

Для расчета  $\omega^2$  вычисляется величина:

$$k^2 = \frac{\delta^2}{\sigma_y^2}; \delta^2 = \frac{\sum (\bar{y}_i - \bar{y}_0)^2 \cdot n_i}{\sum n_i}.$$

Согласно данным таблицы 4 имеем

$$\delta^2 = \frac{(200,93 - 244,31)^2 \cdot 4 + (223,44 - 244,31)^2 \cdot 2 + (252,96 - 244,31)^2 \cdot 8 + (280,83 - 244,31)^2 \cdot 4}{18} \approx 796,21$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = \frac{(179,4 - 244,31)^2 + (187,79 - 244,31)^2 + \dots + (215,37 - 244,31)^2}{18} \approx 897,9$$

$$k^2 = \sqrt{\frac{796,21}{897,9}} \approx 0,94$$

Величина корреляционного отношения свидетельствует о наличии достаточно тесной связи.



$$\omega^2 = \frac{0,94^2 - 0,973^2}{4 - 2} : \frac{1 - 0,94^2}{18 - 4} \approx -3,67.$$

При вероятности  $P=0,95$  ( $\alpha = 0,5$ )

$$k_1 = m - 2 = 4 - 2 = 2 \quad \text{и}$$

$$k_2 = n - m = 18 - 4 = 14; F_{табл} = 3,74. \text{ Так как}$$

$\omega^2 < F_{табл}$ , то возможность использования линейной функции не опровергается.

Средняя квадратичная ошибка уравнения:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum(y - \bar{y})^2}{n - l}} = \sqrt{\frac{871,53}{18 - 2}} \approx 7,38,$$

где  $l$  – число параметров в уравнении регрессии.

$$\frac{S_e}{\bar{y}} \cdot 100\% = \frac{7,38}{244,31} \cdot 100\% = 3,02\%$$

Полученное отношение значительно меньше 15%, таким образом, уравнение достаточно хорошо отображает взаимосвязь двух признаков.

В работе построена математическая модель статистической взаимосвязи между количеством дорожно-транспортных происшествий и количеством пострадавших в Российской Федерации за период времени с 2000 по 2017 гг. Данная модель может быть использована для произведения расчетов прогнозных значений исследуемых признаков, поскольку она с высокой вероятностью описывает их взаимосвязь.

### Библиография

1. Есина М.Г., Хонгорова О.В., Тугульчиева В.С. Методы математической статистики в анализе деятельности ГПС МЧС России / М.Г. Есина, О.В. Хонгорова, В.С. Тугульчиева // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 8., №12. С. – 130-133.
2. Корнеева О.В. Правовое регулирование возмещения вреда, причиненного здоровью потерпевшего в результате дорожно-транспортного происшествия [Текст]: дис. ... канд. юр. наук / О.В. Корнеева. – С-Пб., 2013.
3. URL: <https://www.gibdd.ru/>

### References

1. Esina M.G., Hongorova O.V., Tugul'chieva V.S. Metody matematicheskoy statistiki v analize deyatel'nosti GPS MCHS Rossii / M.G. Esina, O.V. Hongorova, V.S. Tugul'chieva // Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2016. – T. 8., №12. S. – 130-133.
2. Korneeva O.V. Pravovoe regulirovanie vozmeshcheniya vreda, prichinennogo zdorov'yu poterpevshego v rezul'tate dorozhno-transportnogo proisshestiya [Tekst]: dis. ... kand. jur. nauk / O.V. Korneeva. – S-Pb., 2013.
3. URL: <https://www.gibdd.ru/>

## PROBABLY-STATISTICAL MODEL OF ROAD TRANSPORT ACCIDENTS IN THE RUSSIAN FEDERATION

The article is devoted to the problem of road traffic injuries in the Russian Federation. It is noted that the increase in the use of road transport has caused an increase of the rates of injuries and deaths as a result of road accidents. The authors analyze the relationship between the number of road accidents and the number of victims, while making an analytical relationship of the parameters. The article presents a mathematical model of the statistical relationship between the number of road accidents and the number of victims in the Russian Federation for the period from 2000 to 2017. This model can be used to calculate the predicted values of the studied features, because it is highly likely to describe their relationship.

**Keywords:** road traffic accident, injury indicators, statistics of road accidents, mathematical model, correlation coefficient

### Есина Марина Геннадьевна,

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры естественнонаучных дисциплин,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
e-mail: [esina\\_mg@mail.ru](mailto:esina_mg@mail.ru),

### Esina M.G.,

PhD, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Science Disciplines  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.

**Хонгорова Ольга Викторовна,**

*кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры естественнонаучных дисциплин,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
e-mail: ov.khongorova08@yandex.ru,*

**Khongorova O.V.,**

*PhD,  
Associate Professor of the Department of Science Disciplines,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Шарабанова Ирина Юрьевна,**

*кандидат медицинских наук, доцент,  
заместитель начальника академии по научной работе,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
e-mail: sharabanova@bk.ru,*

**Sharabanova I. Yu.,**

*PhD, Associate Professor,  
Deputy Chief of the Academy for Scientific Work,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Базанов Сергей Владимирович,**

*директор ГКУЗ Ивановской области «Территориальный центр медицины  
катастроф Ивановской области», главный внештатный специалист по медицине  
катастроф Департамента здравоохранения Ивановской области,  
т. 8-908-562-97-53,  
e-mail: tcmkio@rambler.ru,*

**Bazanov S.V.,**

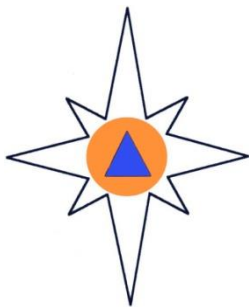
*the director of state establishment of health care of the Ivanovo region «The territorial  
center of medicine of accidents of the Ivanovo region», the chief non-staff specialist on  
medicine of accidents of Department of health care of the Ivanovo region.*

**Новичкова Наталия Юрьевна,**

*доктор культурологии, кандидат исторических наук, доцент,  
профессор кафедры иностранных языков и профессиональных коммуникаций  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
e-mail: n.nature@mail.ru,*

**Novichkova N. Yu.,**

*PhD, Associate Professor,  
Professor of the Department Department of foreign languages and professional  
communications  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*



## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 681.84

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ РУПОРНЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ ROXTON

*О.В. Кочнов, А.В. Кочегаров, А.В. Мальцев, А.С. Мальцев*

*В работе рассмотрены основные вопросы испытания рупорных громкоговорителей с учетом современных требований. Громкоговорители активно применяются в сфере организационных мероприятий по защите населения: в сфере безопасности – в системах оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), в сфере гражданской обороны – в локальных системах оповещения (ЛСО) и предназначены для непосредственного (звукового) оповещения людей при пожаре и чрезвычайных ситуациях. Подготовка специалистов к самостоятельной профессиональной инженерно-технической деятельности посредством формирования у них целостного представления о системах оповещения как комплекса предварительных, в том числе расчетных, сопутствующих и сопровождаемых мероприятий, особенно актуальна в вопросах проектирования, монтажа, пуско-наладки, технического обслуживания и ремонта систем оповещения и связи, включая диспетчеризацию, мониторинг состояния данных систем. Полученные расчеты эксперимента показали, что при удалении (увеличении расстояния от громкоговорителя до РТ) направленность громкоговорителя (индекс направленности), вопреки ожиданиям, не только не притупляется, что от нас требует операции логарифмирования согласно ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003), но и наоборот обостряется, что может быть объяснено, например, дополнительными дивергенциями на высоких частотах.*

**Ключевые слова:** *оповещение, рупорные громкоговорители, защита населения, звуковая энергия, контрольные частоты.*

Открытая учебная лаборатория «Системы оповещения и связи», организованная в Воронежском институте–филиале Ивановской пожарно–спасательной академии ГПС МЧС России, действующая на базе кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники (при участии и содействии группы компаний ESCORT), была оснащена современными цифро-аналоговыми системами оповещения и связи, основная задача которых – доведение звуковой и речевой информации о пожаре или иных ЧС до людей и соответствующих служб. В рамках всего проекта планируется проведение курсов повышения квалификации обучаемых (технических специалистов, инженеров, проектировщиков) по вопросам проектирования, монтажа, пуско-наладки, технического обслуживания и ремонта систем оповещения и связи, включая диспетчеризацию, мониторинг состояния данных систем. Предлагаемый проект позволит

подготовить обучаемых (специалистов) к самостоятельной профессиональной инженерно-технической деятельности посредством формирования у них целостного представления о системах оповещения как комплекса предварительных, в том числе расчетных, сопутствующих и сопровождаемых мероприятий.

26 сентября 2018 года, накануне XIII Международной научно-практической конференции курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с международным участием «Пожарная и аварийная безопасность», посвященной Году культуры безопасности, сотрудники группы компаний «Эскорт групп», совместно с преподавателями кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники и курсантами 4 курса провели испытания лабораторного оборудования на открытой площадке с целью измерения характеристик направленности рупорных громкоговорителей и учета

отражающих и поглощающих факторов, влияющих на распространение звуковой энергии на открытом воздухе.

Испытания были направлены на решение следующих задач:

1) Ознакомить курсантов и продемонстрировать им круг задач, решаемых локальными (ЛСО) и объектовыми (ОСО) системами оповещения.

2) Решить конкретные задачи по получению характеристик направленности рупорных громкоговорителей, определению коэффициентов влияния земли (ГОСТ 31295.2-2005), расчету коэффициентов отражений и поглощений в реальных условиях (в условиях открытого воздуха при средней плотности застроек).

3) Измерить реальное энергопотребление трансляционной системы с целью вычисления пик фактора (гармонического сигнала) и, как следствие, уточнения КПД оборудования и времени резервирования системы в дежурном и рабочем режимах.

Замеры по эксперименту проводились на 2-х частотах (1кГц и 4кГц) для 2-х рупорных громкоговорителей ROXTONHS-50T и HP-30T. Измерения производились при помощи акустического спектр анализатора – Digital Sound Level Meter MS 6708 по шкале дБА.

В данной статье продемонстрированы результаты только части вопросов. Для расчета, например, коэффициентов поглощений и отражений измеренных данных оказалось недостаточно, что, по всей видимости, потребует дополнительных измерений (исследований). Однако в результате испытаний, длившихся 170 минут, из которых система находилась в активном режиме (120 замеров  $\times$  5 с = 600 сек), встроенная АКБ в ИБП JPX-1000 просела на 25%, из чего, опираясь на методику [1], вычислили пик фактор гармонического (1/4кГц) сигнала.

Испытательный стенд был собран заранее (в лаборатории) согласно схеме, рис.1.

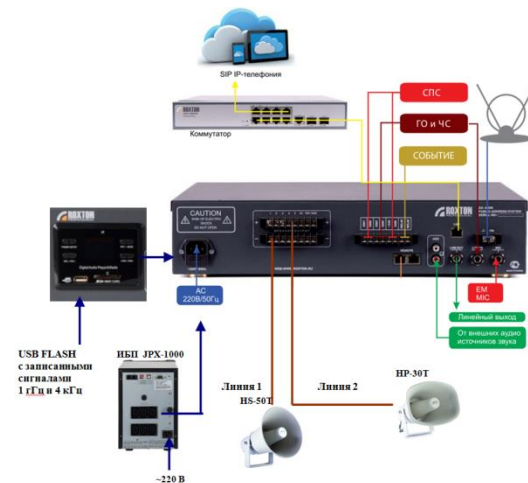


Рис. 1. Схема подключения 2-х линий громкоговорителей к комбинированной системе SX-480N, зарезервированной по питанию от ИБП JPX-1000

Питание комбинированной системы ROXTON SX-480N осуществлялось с полностью (100%) заряженного ИБП JPX-1000. Звуковая информация (тональные сигналы на частотах 1/4кГц), записанная на FLASH карту, подавалась со встроенного проигрывателя на вход встроенного усилителя мощности. Регуляторы уровня установлены в крайнее правое положение (максимальное усиление (100 В на выходе). К первой зоне встроенного 5-ти зонного селектора подключен рупорный громкоговоритель HS-50T, ко 2-й зоне – HP-30T. Рупоры (уже на полигоне) закреплялись (монтировались) на специализированную стойку.

На полигоне выполнялись следующие подготовительные операции (задачи):

- 1) Монтаж оборудования.
- 2) Определение направления и скорости ветра (ветер ю/з 14 м/с), влажности (79%).
- 3) Разметка (определение углов 45/90/135/180/225/270/315 градусов) и разметка 16-ти контрольных точек, согласно схеме (карте), рис.2, рис.3:

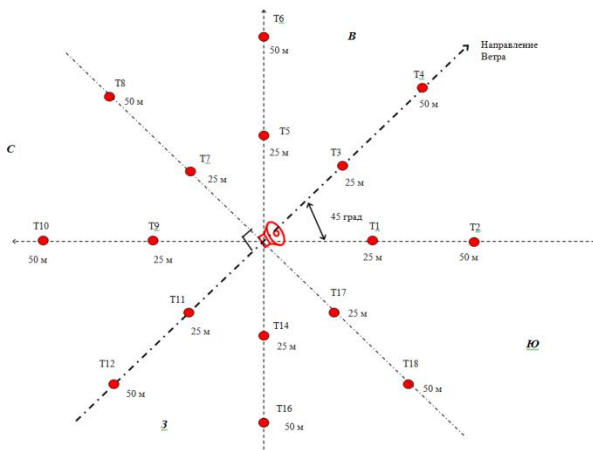


Рис. 2. Карта контрольных точек по первому эксперименту

Измерения производились при помощи акустического спектр анализатора – Digital Sound Level Meter MS 6708 по шкале дБА, не требующей коррекции для 1кГц (1 дБ на 4кГц).

Всего было выполнено не менее 120 замеров в 16-ти контрольных точках по первому эксперименту и в 2-х точках ( $T_1=75$ дБ и  $T_2=85$ дБ) – по второму эксперименту, рис.3.

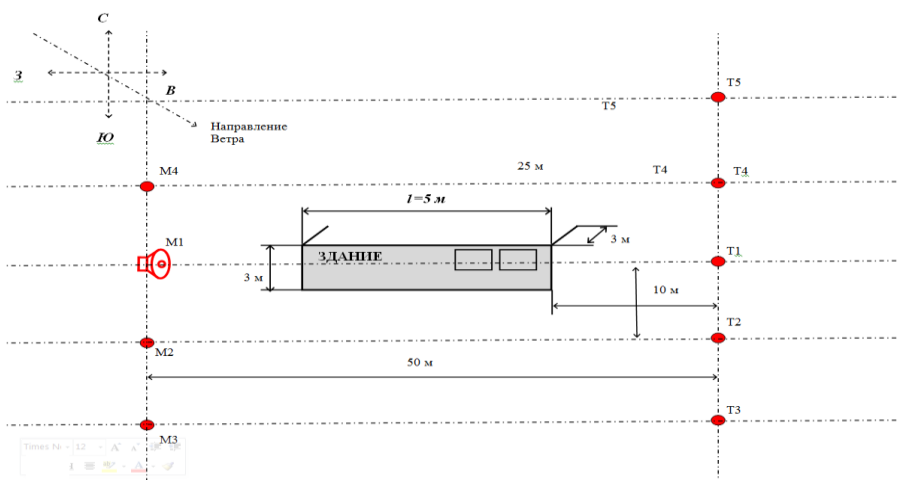


Рис 3. Карта контрольных точек по второму эксперименту

По первому эксперименту замеры проводились на 2-х частотах (1кГц и 4кГц) для 2-х рупорных громкоговорителей HS-50T и HP-30T.

Результаты измерений – значения уровней звукового давления (дБА) – приведены в таблице.

Таблица  
Результаты измерений рупорных громкоговорителей RJXTONHS-50T и HP-30T на 2-частотах 1/4 кГц в 16-ти контрольных точках

Рупор	Точки	T1 (0 гр, 25 м)	T2 (0 гр, 50 м)	T3 (45 гр, 25 м)	T4 (45 гр, 50 м)	T5 (90 гр, 25 м)	T6 (90 гр, 50 м)	T7 (135 гр, 25 м)	T8 (135 гр, 50 м)
HS-50T	1 кГц ИЗМ1	98	92	95	85	91	71	82	74
	1 кГц ИЗМ2	105	92	96	78	91	69	85	72
	1 кГц СР	101,5	92	95,5	81,5	91	70	83,5	73
	4 кГц ИЗМ1	90	86	75	62	61	65	65	61
	4 кГц ИЗМ2	83	79	75	57	70	53	62	55
	4 кГц СР	86,5	82,5	75	59,5	65,5	59	63,5	58
HP-30T	1 кГц ИЗМ1	93	84	93	89	91	79	89	78
	1 кГц ИЗМ2	93	84	93	89	91	77	89	78
	1 кГц СР	93	84	93	89	91	78	89	78
	4 кГц ИЗМ1	87	81	79	81	73	66	72	62
	4 кГц ИЗМ2	84	79	77	71	71	60	72	60
	4 кГц СР	85,5	80	78	76	72	63	72	61
HS-50T	1 кГц ИЗМ1	90		82	76	87	78,7	91	88
	1 кГц ИЗМ2	89	74	83	77	88	78	92	88
	1 кГц СР	89,5		82,5	76,5	87,5	78,35	91,5	88
	4 кГц ИЗМ1	76,5		64	68	69	67	70	66,3
	4 кГц ИЗМ2	73	61	62	60	66	61	69	66
	4 кГц СР	74,75		63	64	67,5	64	69,5	66,15
HP-30T	1 кГц ИЗМ1	92		88	75	91	85	91	87
	1 кГц ИЗМ2	92		88	72	89	85	91	86
	1 кГц СР	92		88	73,5	90	85	91	86,5
	4 кГц ИЗМ1	72		66	69	71	70	76	69
	4 кГц ИЗМ2	72		59	63	71	66	77	68
	4 кГц СР	72		62,5	66	71	68	76,5	68,5

В результате обработки полученных данных, были построены диаграммы, изображенные на рис.4, рис.5.



Рис.4. Диаграммы направленности рупорного громкоговорителя ROXTONHS-50T

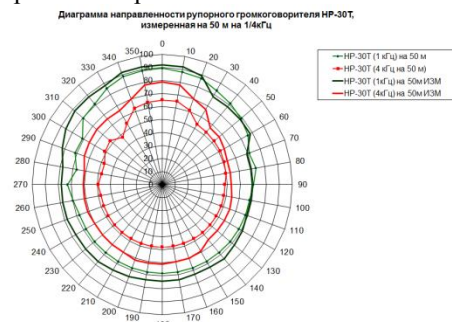


Рис.5. Диаграммы направленности рупорного громкоговорителя ROXTONHP-30T

#### Библиография

1. [http://www.escortpro.ru/page/article/article118\\_vremya\\_reservirovania.htm](http://www.escortpro.ru/page/article/article118_vremya_reservirovania.htm).
2. ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003) Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний.
3. ГОСТ 31295.2-2005.
4. Специфика проектирования систем оповещения / А.В. Мальцев [и др.] // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). – 2018. – № 1 (26). – С. 64-71.

#### References

1. [http://www.escortpro.ru/page/article/article118\\_vremya\\_reservirovania.htm](http://www.escortpro.ru/page/article/article118_vremya_reservirovania.htm).
2. GOST R 53575-2009 (MEK 60268-5:2003) Gromkogovoriteli. Metody ehlektroakusticheskikh ispytaniy.
3. GOST 31295.2-2005.
4. Specifika proektirovaniya sistem opoveshcheniya / A.V. Mal'cev [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii (Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity). – 2018. – № 1 (26). – S. 64-71.

Из полученных диаграмм следует, что при удалении (увеличении расстояния от громкоговорителя до РТ) направленность громкоговорителя (индекс направленности), вопреки ожиданиям, не только не притупляется, чего от нас требует операция логарифмирования согласно ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003) Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний) [2], но и наоборот обостряется, что может быть объяснено, например, дополнительными дивергенциями на высоких частотах. Во всяком случае, мы четко видим, что для расчета звукового давления при том или ином угле отклонения необходим метод расчета, а именно, указание способа определения чувствительности (звукового давления на 1 м) на определенном (конкретном) угле раскрыва, в качестве которого необходимо брать значение, измеренное (полученное) в лабораторных условиях. А далее, для получения адекватного результата – уровня звукового давления в расчетной точке (РТ), останется только рассчитать уменьшение звукового давления на расстоянии (см. ГОСТ 31295.2-2005) [3].

## **TEST RESULTS OF ROXTON HORROR SPEAKERS**

*The paper discusses the main issues of testing horn loudspeakers, taking into account modern requirements. Loudspeakers are actively used in a range of organizational measures to protect the population: in the field of security, in warning systems and evacuation management (SOUE), in the field of civil defense, in local warning systems (LSO) and intended for direct (sound) warning of people during fire emergency situations. The training of specialists for independent professional engineering activities through the formation of their holistic understanding of warning systems as a complex of preliminary, including calculated, associated and accompanied measures is particularly relevant in matters of: design, installation, commissioning, maintenance and repair of warning systems and communications, including scheduling, monitoring the status of these systems. The obtained calculations of the experiment showed that when moving away (increasing the distance from the loudspeaker to the RT), the direction of the loudspeaker (directivity index), contrary to expectations, is not only blunted, which is required of us to logarithmize according to GOST 5: 2003), but, on the contrary, it is aggravated, which can be explained, for example, by additional divergences at high frequencies.*

**Keywords:** *alert, horn loudspeakers, public protection, sound energy, control frequencies.*

**Кочнов Олег Владимирович,**

*заместитель генерального директора, группа компаний «Эскорт групп»,  
Россия, г. Москва,  
тел.: 8-925-125-29-21,  
e-mail: okochnov@yandex.ru,*

**Kochnov O. V.,**

*Deputy General Director, Escort Group,  
Russia, Moscow.*

**Кочегаров Алексей Викторович,**

*доктор технических наук, доцент,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-  
спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
тел.: 8-903-850-55-59,  
e-mail: kochiegharov77@mail.ru,*

**Kochegarov A. V.,**

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of  
State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Мальцев Александр Владимирович,**

*кандидат технических наук,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-  
спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
тел.: 8-920-460-30-92,  
e-mail: fastmen@list.ru,*

**Maltsev A. V.,**

*Candidate of Technical Sciences,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of  
State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,*

*Russia, Voronezh.*

**Мальцев Алексей Сергеевич,**

*кандидат технических наук,*

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

*Россия, г. Воронеж,*

*телефон: 8-930-404-40-96,*

*e-mail: m.zin1@mail.ru,*

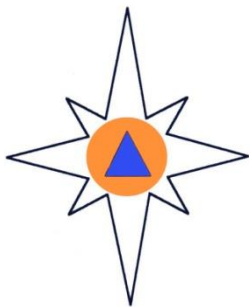
**Maltsev A.S.,**

*Candidate of Technical Sciences,*

*Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of  
State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,*

*Russia, Voronezh.*





## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.023

### СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОЖАРНО-ТАКТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

*А.О. Семенов, М.О. Баканов, О.Н. Белорожев, Д.В. Тараканов*

*Разработана общая структурно-логическая модель автоматизированной пожарно-тактической задачи для создания линейного иерархического алгоритма ее решения. Предложены пути совершенствования автоматизированного решения пожарно-тактической задачи при контроле уровня профессиональных знаний должностных лиц пожарно-спасательных гарнизонов.*

**Ключевые слова:** автоматизация, пожарно-тактическая задача, подготовка должностных лиц.

В общей концепции борьбы с пожарами в зданиях и на открытых пространствах Российской Федерации необходимо рассматривать пожарно-тактическую подготовку как отдельный способ совершенствования боевых действий подразделений пожарной охраны [1]. Пожарно-тактическая подготовка (ПТП) – это непрерывный многоплановый, циклический процесс, который в общем виде содержит методологические аспекты изучения боевых действий подразделений пожарной охраны для повышения эффективности их реализации. Важным элементом ПТП является пожарно-тактическая задача (ПТЗ), используемая при аттестации должностных лиц пожарно-спасательных подразделений. На практике совокупность мероприятий аттестации адаптирована под конкретные виды боевых действий, которые с наибольшей вероятностью будут востребованы (реализованы) на территории рассматриваемого пожарно-спасательного гарнизона. Однако, исходя из содержания общих боевых действий подразделений пожарной охраны, можно заключить, что существуют элементы действий, присущие всем пожарно-спасательным гарнизонам, а, следовательно, и всем пожарно-тактическим задачам [2].

Для оптимизации этапов аттестации должностных лиц пожарно-спасательных гарнизонов приоритетным и современным направлением является алгоритмизация и программная реализация ПТЗ. Тогда в общем случае будем считать, что результатом программной реализации элементов боевых действий подразделений пожарной охраны будет

выступать автоматизированная пожарно-тактическая задача (АПТЗ) [3,4]. Однако для формализованного описания процесса создания АПТЗ необходима разработка общей структурно-логической модели, позволяющей автоматизировать процесс решения широкого класса ПТЗ, применяемых при аттестации должностных лиц пожарно-спасательных гарнизонов.

На основе опыта и анализа существующих форм и методов ПТП можно сделать вывод, что для автоматизации отдельных видов ПТЗ необходима разработка структурно-логической модели, которая должна учитывать [5,6]:

1. Особенности конструктивного исполнения объекта в условии ПТЗ, характеризующиеся следующими параметрами: объемно-планировочные решения, специфика технологического процесса.

2. Параметры обстановки на месте пожара на момент введения первых приборов подачи огнетушащих веществ. К общему перечню рассматриваемых параметров необходимо отнести опасные факторы пожара, а также параметры, характеризующие развитие пожара, такие как: линейная скорость пламени, скорость роста площади пожара, мощность тепловыделения при пожаре и др.

3. Общие параметры тушения пожара, такие как: скорость локализации и ликвидации пожара, интенсивность подачи огнетушащих веществ и требуемый их удельный расход.

4. Допустимые способы реализации боевых действий при ликвидации горения с

учетом особенностей транспортирования огнетушащих веществ к приборам их подачи. При анализе данных способов используются параметры, зависящие от расстояния до водосточника, а также параметры сети водоснабжения.

Совокупность рассматриваемых условий в дальнейшем будет определять систему требований к структурно-логической модели АПТЗ.

На основе опыта проектирования и по результатам апробации применения АПТЗ в подготовке будущих специалистов пожарной охраны сформирована многоуровневая иерархическая структурно-логическая модель ПТЗ.

На первом уровне структурно-логической модели располагается база данных с исходными параметрами. При автоматизации процесса решения АПТЗ важно обеспечить возможности формирования запросов и обработки первичных компонент базы данных в соответствии со структурой выбранного способа решения. Однако с точки зрения функциональной структуры необходимо ввести ограничения на результаты запроса, не позволяющие отнести запрос к помощи при решении задачи, а реализуя лишь

функцию информационного сопровождения.

На втором уровне модели располагается структура преобразований параметров в АПТЗ. Данный основной элемент модели определяет перечень возможных, допустимых и требуемых преобразований над объектами базы данных с исходными параметрами. Таким образом, структура АПТЗ формируется из базы данных путем реализации заданной совокупности преобразований, а их оптимальная, в известном смысле слова, последовательность определяет исход решения ПТЗ, а, следовательно, и общую систему требований к результатам решения.

На третьем уровне структурно-логической модели располагаются результаты решения задачи. Здесь стоит отметить, что возможность реализации многоуровневых преобразований в структуре модели позволяет самостоятельно при проектировании задачи определить перечень параметров, которые будут при решении АПТЗ отнесены к ее результатам.

Общая иллюстрация структурно-логической модели автоматизированной пожарно-тактической задачи представлена на рисунке.

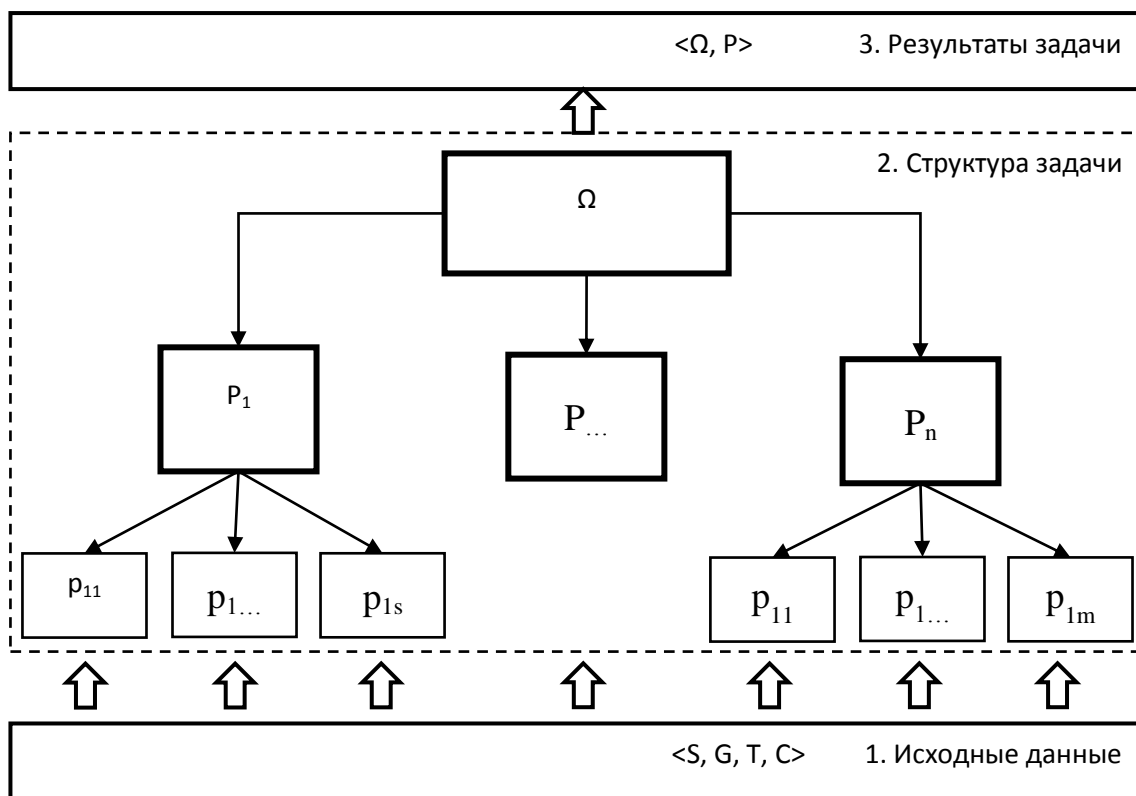


Рис. Структура пожарно-тактической задачи

Дадим общие пояснения к структурным элементам АПТЗ.

1. Исходные данные для решения пожарно-тактической задачи сформированы в соответствии с системой требований для охвата

широкого класса пожарно-тактических задач и включают в себя

– данные об объекте пожара (S): объемно-планировочные решения зданий и сооружений; особенности технологического процесса;

специфика противопожарного водоснабжения; ассортимент сил и средств для тушения пожара;

– данные о параметрах развития пожара (G): форма площади пожара; линейная скорость распространения пламени; время свободного развития пожара; совокупность данных о наличии задымления на путях ввода приборов подачи огнетушащих веществ;

– данные о параметрах тушения пожара (T): скорость локализации и ликвидации пожара; интенсивность подачи огнетушащих веществ и требуемый их удельный расход;

– данные о допустимых способах реализации боевых действий пожарных подразделений (C): допустимые принципы прекращения горения; возможные способы достижения условий для реализации выбранных принципов.

2. Общая структура задачи состоит из двух уровней иерархии преобразований над параметрами исходных данных. На первом уровне осуществляется расчет старших параметров, которые в общем случае входят на правах компонент в общую реализующую пожарно-тактическую задачу.

На первом уровне определяют значения старших параметров по формуле

$$P_i = f(p_{ij}), \quad (1)$$

где  $p_{ij}$  – параметры исходных данных;  $f$  – функциональное преобразование над исходными данными, которое необходимо выполнить для расчета старшего параметра задачи  $P$ .

На втором уровне иерархии необходимо определить единственный результат решения задачи:

$$\Omega = g(P_i), \quad (2)$$

где  $P_i$  – старшие параметры пожарно-тактической задачи;  $g$  – функциональное преобразование над старшими параметрами, которое необходимо выполнить для того, чтобы получить результат пожарно-тактической задачи.

3. Результаты задачи. В общем случае результаты задачи задаются кортежем  $\langle \Omega, P \rangle$ , где при проектировании АПТЗ указывается, какой из старших параметров ( $P$ ) будет считаться результатом задачи и общая результирующая всей задачи ( $\Omega$ ). Такой подход к формированию результатов задачи позволяет осуществить поэтапную процедуру аттестации и отмечать временные затраты на калькуляцию старших параметров задачи.

Реализация предложенной структурно-логической модели АПТЗ реализована в виде программного средства [7], используемого для изучения боевых действий подразделений пожарной охраны при борьбе с пожарами в зданиях и сооружениях.

Пожарно-тактические задачи как средство аттестации должностных лиц пожарно-спасательных гарнизонов используются в рамках пожарно-тактической подготовки и позволяют учитывать параметры тушения пожара, являются основополагающими при расчете необходимого количества сил и средств подразделений пожарной охраны для эффективного тушения пожаров в зданиях, сооружениях и на открытых пространствах.

Предложенная в работе структурно-логическая модель автоматизированной пожарно-тактической задачи позволяет производить анализ вариантов эффективного использования сил и средств пожарных подразделений в зависимости от параметров качественного и количественного содержания, и одновременно многоуровневая структура задачи позволяет осуществлять информационное сопровождение ее решения с учетом сформулированных в работе требований.

Развитие предложенной модели предполагается в части ее применения для оценки необходимого количества сил и средств для эффективной организации и проведения учений, которые являются высшей формой пожарно-тактической подготовки пожарных.

**Библиография**

1. Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф. Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных / Д.В. Тараканов, И.Ф. Саттаров // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 6 (58). – С. 14.
2. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях / Д.В. Тараканов, Е.С. Варламов, М.В. Илеменов // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5 (57). – С. 15.
3. Соколов С.В., Субачев С.В. Имитационная система моделирования развития и тушения пожара в здании и разработка на ее основе тренажера по организации тушения пожаров / С.В. Соколов, С.В. Субачев // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2008. – № 2. – С. 102-106.
4. Субачев С.В., Субачева А.А. Имитационное моделирование развития и тушения пожаров в системе подготовки специалистов противопожарной службы / С.В. Субачев, А.А. Субачева // Прикладная информатика. – 2008. – № 4 (16). – С. 27-37.
5. Тараканов Д.В., Кузнецов А.В., Саттаров И.Ф., Палин Д.Ю. Концепция разработки компьютерных тренажеров по организации пожаротушения в городах / Д.В. Тараканов, А.В. Кузнецов, И.Ф. Саттаров, Д.Ю. Палин // В сб. материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны: Пожарная и аварийная безопасность. – 2016. – С. 326-327.
6. Гринченко Б.Б., Захаров Д.Ю., Тараканов Д.В., Саттаров И.Ф. Теоретическая подготовка газодымозащитников с использованием компьютерного моделирования узлов и механизмов дыхательных аппаратов / Б.Б. Гринченко, Д.Ю. Захаров, Д.В. Тараканов, И.Ф. Саттаров // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 3-3. – С. 38-41.
7. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Система моделирования развития и тушения пожаров в зданиях. Свидетельство об официальной регистрации в Реестре программ для ЭВМ № 2013612151 от 15 февраля 2013 г. (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам)

**References**

1. Tarakanov D.V., Sattarov I.F. Komp'yuternaya model' likvidacii pozharov dlya takticheskoy podgotovki pozharnyh / D.V. Tarakanov, I.F. Sattarov // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. – 2014. – № 6 (58). – S. 14.
2. Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Komp'yuternoe modelirovanie processov razvitiya i tusheniya pozharov v zdaniyah / D.V. Tarakanov, E.S. Varlamov, M.V. Ilemenov // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. – 2014. – № 5 (57). – S. 15.
3. Sokolov S.V., Subachev S.V. Imitacionnaya sistema modelirovaniya razvitiya i tusheniya pozhara v zdanii i razrabotka na ee osnove trenazhera po organizacii tusheniya pozharov / S.V. Sokolov, S.V. Subachev // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. – 2008. – № 2. – S. 102-106.
4. Subachev S.V., Subacheva A.A. Imitacionnoe modelirovanie razvitiya i tusheniya pozharov v sisteme podgotovki specialistov protivopozharnoj sluzhby / S.V. Subachev, A.A. Subacheva // Prikladnaya informatika. – 2008. – № 4 (16). – S. 27-37.
5. Tarakanov D.V., Kuznecov A.V., Sattarov I.F., Palin D.YU. Konceptiya razrabotki komp'yuternyh trenazherov po organizacii pozharotusheniya v gorodah / D.V. Tarakanov, A.V. Kuznecov, I.F. Sattarov, D.YU. Palin // V sb. materialov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu pozharnoj ohrany: Pozharnaya i avariynaya bezopasnost'. – 2016. – S. 326-327.
6. Grinchenko B.B., Zaharov D.YU., Tarakanov D.V., Sattarov I.F. Teoreticheskaya podgotovka gazodymozashchitnikov s ispol'zovaniem komp'yuternogo modelirovaniya uzlov i mekhanizmov dyhatel'nyh apparatov / B.B. Grinchenko, D.YU. Zaharov, D.V. Tarakanov, I.F. Sattarov // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij. – 2017. – № 3-3. – S. 38-41.
7. Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Sistema modelirovaniya razvitiya i tusheniya pozharov v zdaniyah. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii v Reestre programm dlya EHM № 2013612151 ot 15 fevralya 2013 g. (Federal'naya sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam)

## **STRUCTURAL AND LOGICAL MODEL OF AUTOMATED FIRE AND TACTICAL PROBLEM**

*The General structural-logical model of the automated fire-tactical problem for creation of the linear hierarchical algorithm of its decision is developed. Suggested ways to improve the automated solution fire and tactical tasks under the control of the level of professional knowledge of the officers of the fire and rescue the garrisons.*

**Keywords:** *automation, fire-tactical task, training of officials.*

**Семенов А.О.,**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение»)  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
8960 500-49-94, ao-semenov@mail.ru,*

**Semenov A.O.,**

*candidate of technical Sciences, associate Professor,  
associate Professor of fire tactics and basics of rescue and other urgent works (as part of the UNK «fire-Fighting»)  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Баканов М.О.,**

*кандидат технических наук,  
начальник кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение»)  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
8920 347-39-57, mask-13@mail.ru*

**Bakanov M.O.,**

*candidate of technical Sciences,  
head of the Department of fire tactics and basics of rescue and other urgent works (as part of UNK «fire Fighting»),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Белорожнев О.Н.,**

*старший преподаватель кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение»)  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
8910 688-19-92, Beliyon@mail.ru*

**Belorogov O.N.,**

*senior lecturer of the Department of fire tactics and fundamentals of rescue and other urgent works (part of the ESC «Fire»),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Тараканов Д.В.,**

*кандидат технических наук,  
старший преподаватель кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение»)  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
8926 433-92-88, dcn-pgsm@mail.ru*

**Tarakanov D.V.,**

*candidate of technical Sciences,  
senior lecturer of the Department of fire tactics and basics of emergency rescue and other urgent works (as part of UNK «fire fighting»),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

## **ИСТОРИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНСТИТУТА КУРАТОРСТВА В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ В ВОРОНЕЖСКОМ РЕГИОНЕ**

*А.А. Силин*

*В статье рассматриваются предпосылки возникновения института кураторства и обобщается опыт организации кураторской работы в учебных подразделениях МВД, осуществлявших первоначальную подготовку сотрудников органов внутренних дел. Автор, преподающий в образовательных организациях МВД с 2005 года, проводит достаточно развернутый экскурс в историю вопроса, акцентирует внимание на наиболее значимых событиях, инициировавшихся кураторами учебных взводов в центре профессиональной подготовки ГУ МВД России по Воронежской области (учебном центре, межобластной школе подготовки младшего и среднего начальствующего состава милиции), размышляет о месте и роли кураторства в процессе профессионального воспитания личного состава органов внутренних дел.*

**Ключевые слова:** *первоначальная подготовка сотрудников органов внутренних дел, кураторство.*

Ключевыми факторами, предопределяющими достижение высокого уровня подготовленности кадров для правоохранительных органов, являются, по нашему мнению, использование потенциала культурно-образовательной среды региона и «живая» взаимосвязь между людьми, в основе которой лежат вековые ценности русского мира и преемственность поколений. Очень важное место в этом процессе занимает кураторство, а в контексте организации учебно-воспитательной работы с сотрудниками силовых структур этот институт играет особую роль.

В образовательных организациях МВД, осуществляющих первоначальное обучение личного состава, кураторская работа является традиционным элементом педагогического взаимодействия. Войдя в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия во внутренний уклад межобластных школ милиции, институт кураторства преодолел перипетии многочисленных системных преобразований и не утратил своей актуальности и в настоящее время уже под эгидой высших учебных заведений Министерства.

Предпосылки к появлению института кураторства в подразделениях, обеспечивавших первоначальную подготовку сотрудников органов внутренних дел, создавались на протяжении нескольких десятилетий. Благодаря масштабным научным исследованиям группы ученых Воронежского института МВД России [1], мы получили уникальную возможность составить представление о том, как организовывался учебно-воспитательный процесс в воронежских школах комсостава (позже – в учебном пункте милиции в 20-х – 30-х годах прошлого века, в

предвоенные и послевоенные годы. С учетом достоверно установленных исторических сведений мы можем теперь ответить на вопрос, почему точка отсчета рассматриваемого педагогического явления обозначилась в учебных подразделениях органов внутренних дел именно в 70-х годах XX столетия, и почему это было невозможно на более ранних этапах. Так, например, в довоенное время появлению института кураторства объективно препятствовали «приватность» значительной части преподавательского состава и, вместе с тем, «военизация» учебно-воспитательного процесса. В послевоенные годы, в 50-х – 60-х годах XX столетия кураторство было невозможно по причине небольших штатов командно-преподавательского состава и слабой материально-технической базы учебных пунктов. И только в 70-х годах прошлого века, благодаря удачно проведенной министром внутренних дел СССР Н.А. Щелоковым милицейской реформе, сопровождавшейся беспрецедентным укреплением сети ведомственных образовательных организаций, идея внедрения в учебно-воспитательный процесс межобластных и специальных средних школ милиции института кураторства возникла уже как нечто само собой разумеющееся.

Для справки приведем некоторые статистические сведения.

По состоянию на 1 июня 1970 года в учебном пункте УВД Воронежского облисполкома трудящихся имелись: специализированные классы по мотodelу, огневой, специальной и юридической подготовке; кабинет криминалистической техники; фотолаборатория; спецбиблиотека; спортивный зал.

Одновременно обучалось три взвода по

30 – 35 человек в каждом.

В штат учебного пункта входили 9 сотрудников: начальник; заместитель начальника; старший преподаватель; 3 преподавателя; начальник спецкабинета; старшина; обслуживающая.

С 1970 по 1975 год в учебном пункте было обучено 2450 милиционеров, в том числе: в 1970 году – 295 человек; в 1971 году – 705 человек; в 1972 году – 438 человек; в 1973 году – 405 человек; в 1974 году – 369 человек; в 1975 году – 238 человек.

К 1 января 1977 года штатная численность постоянного состава учебного пункта возросла до 16 человек: начальник; заместитель начальника по политико-воспитательной работе; старший преподаватель; 5 преподавателей; начальник спецкабинета; командир взвода; старшина; начальник канцелярии; мастер производственного обучения; шофер-милиционер; обслуживающая.

Материально-техническая база состояла из пяти мотоциклов, грузовой автомашины ГАЗ-51, легковой автомашины ГАЗ-21 «Волга», автобуса КаВЗ-695, тридцати фотоаппаратов, трех телевизоров, десяти магнитофонов, видеомагнитофона, диапроекторов, киноаппаратуры и другой техники.

В апреле 1977 года учебный пункт был преобразован в межобластную школу подготовки младшего и среднего начсостава УВД Воронежского облисполкома с наполняемостью в 150 – 180 человек. К имевшимся штатам были добавлены должности заместителя начальника по учебной работе, преподавателя, мастера производственного обучения и заведующей специбблиотекой. Всего в штате школы по состоянию на 1 июня 1977 года имелось 20 сотрудников (15 аттестованных, 5 вольнонаемных).

В 1978 году в школе продолжается дальнейшее оснащение и переоборудование кабинетов специальной подготовки и криминалистики, начались работы по созданию морально-психологической полосы препятствий. Довольно скоро в ней также появились кабинеты патрульно-постовой службы, основ правовых знаний, криминалистики и спецтехники, средств охраны и сигнализации, огневой подготовки, мотодела; автотренажер; спортивный зал и зал «самбо». Все перечисленные учебные объекты были оборудованы преимущественно силами командно-преподавательского и переменного состава.

В указанный период времени в школе велась достаточно активная культурно-просветительская работа. Так, 22 мая 1979 года перед личным составом учебного подразделения со сценами из ряда спектаклей выступили актеры Воронежского академического театра драмы им. Кольцова, а 19 июля 1979 года в школе

состоялась встреча с артистом кино, актером Московского драматического театра им. Пушкина, заслуженным артистом РСФСР Николаем Константиновичем Прокоповичем.

В 1978 году на проспекте Патриотов (д. 55) по типовому проекту приступили к строительству нового комплекса школы [2].

Как видно, имевшиеся к концу 70-х годов прошлого столетия в воронежской межобластной школе милиции педагогический потенциал и материально-техническая база объективно способствовали внедрению в учебно-воспитательный процесс подразделения качественно новых форм и методов, включая и «инновационное» кураторское направление, что, в частности, подтверждают бывший заместитель начальника УВД по работе с личным составом администрации Воронежской области А.С. Силин и бывший начальник учебного центра УВД администрации Воронежской области А.И. Бирюков. Внедрение в педагогическую практику института кураторства совпало и с другими неординарными нововведениями, направленными на укрепление кадрового потенциала органов внутренних дел Воронежского региона. Так, например, по инициативе упомянутого нами А.С. Силина при управлении была создана собственная «милицейская академия», в которую отбирались энергичные и перспективные оперативные работники и следователи со всей области [3], активно развивалось наставничество.

Благодаря усилиям талантливых руководителей межобластной школы милиции (в дальнейшем – учебного центра, центра профессиональной подготовки) Н.Т. Пономарева, А.И. Бирюкова и С.М. Орленко кураторская работа стала неотъемлемым и очень эффективным элементом учебно-воспитательного процесса и достигла своего пика в 2007 – 2012 гг.

В указанный период на базе подразделения при активном участии кураторов учебных взводов был реализован целый ряд культурно-просветительских проектов, в частности:

– мероприятие, посвященное 70-летию Владимира Семеновича Высоцкого (январь 2008 года);

– вечер памяти Василия Макаровича Шукшина (октябрь 2009 года);

– фестиваль солдатской песни, посвященный 65-летию Великой Победы (май 2010 г.);

– вечер, посвященный 425-летию Воронежа (сентябрь 2011 года).

Хотелось бы отметить, что, начиная с 2009 года, в центре регулярно проходили лекции по истории Воронежского края, которые читали известные ученые Воронежского государственного университета и Воронежского государственного педагогического университета, в повседневную практику вошло проведение

экскурсий по историческому центру, местам боевой славы Воронежа, поездок к православным святыням столицы Центрального Черноземья.

Так, в сентябре 2011 года состоялась экскурсия, приуроченная к 425-летию столицы Черноземья. Маршрут следования включал в себя остановки на Чижовском плацдарме, у Центра военно-патриотического воспитания «Музей-диорама», в районе Акатова монастыря и на Адмиралтейской площади. По ходу движения внимание молодых сотрудников органов внутренних дел привлекло здание, в котором до революции располагалось воронежское городское полицейское управление (ул. Сакко и Ванцетти, 93), что было весьма символичным в год принятия Федерального закона «О полиции».

11 апреля 2012 года для сотрудников подразделений по делам несовершеннолетних и службы участковых уполномоченных полиции, проходивших в центре профессиональной подготовки краткосрочные учебные сборы, в память о ратных подвигах наших соотечественников и земляков, была проведена масштабная экскурсия по Воронежу с посещением целого ряда «пунктов» культурно-исторического значения.

Первым местом, где побывали воронежские полицейские, стали храмы в честь Святого Благоверного князя Александра Невского и Святой Ксении Петербургской, расположенные в северном районе.

Следующая остановка была произведена около памятника Великой Отечественной войны – «Ротонда», рядом с которым в 90-х годах XX столетия началось возведение храма Святого Равноапостольного князя Владимира. Известно, что в основание церкви строители заложили землю, привезенную с Куликова поля, Бородинского и Прохоровского полей, Мамаева кургана.

Оставшееся время участники экскурсии провели в самом сердце Воронежа – на Адмиралтейской площади, откуда берет свое начало российский флот. Примечательно, что в апреле 2005 года в расположенную здесь старейшую церковь из Рождества-Богородицкого Санаксарского мужского монастыря была доставлена икона праведного воина Федора Ушакова с частицами его мощей.

Мероприятия подобного рода организовывались в рамках проводившегося кураторства, при этом следует отметить, что данное направление учебно-воспитательной работы присутствовало не только в практике педагогического взаимодействия со слушателями, обучавшимися по программам первоначальной подготовки, но и с сотрудниками, находившимися в центре на курсах повышения квалификации.

Впрочем, было бы ошибочным полагать, что единственным направлением кураторской работы в центре профессиональной подготовки было проведение культурно-просветительских

мероприятий.

В 2012 году на базе центра состоялся интересный эксперимент, теоретическую основу которого составили научные исследования доктора психологических наук, профессора В.С. Мухиной. В качестве его участников были привлечены дознаватели, прибывшие на трехнедельные учебные сборы, и слушатели, проходившие первоначальную подготовку. По итогам эксперимента был снят учебный фильм. Примерно в это же время в рамках укрепления междисциплинарных связей преподаватели центра и, собственно, кураторы учебных взводов стали организовывать совместные учебные занятия, сопровождавшиеся комплексной отработкой сотрудниками подразделений вневедомственной охраны навыков по задержанию вооруженных преступников [4].

Нельзя не упомянуть и о складывавшемся на протяжении многих лет опыте организации учебной и кураторской работы с сотрудниками, командиремыми на Северный Кавказ, ведь ответственным за это крайне сложное направление подготовки преподавателям приходилось решать широчайший спектр задач – от поддержания дисциплины в коллективах с совокупным количеством, превышавшим 100 человек до организации так называемого третьего этапа обучения на месте дислокации временной оперативной группировки МВД.

Историческая справка. В январе 1996 года на базе центра состоялся первый сбор сотрудников, направлявшихся для выполнения оперативно-служебных и служебно-боевых задач на Северный Кавказ. Особое внимание уделялось проведению учебных стрельб из всех видов штатного оружия, подготовке милиционеров, входивших в состав специальной огневой группы (снайпер, пулеметчик, гранатометчик). В связи с этим хотелось бы упомянуть о Геннадии Федоровиче Савицком, обладавшем поистине энциклопедическими познаниями в области оружейведения, стоявшем у истоков этого сложнейшего учебного направления. При активном участии Геннадия Федоровича в учебном центре УВД администрации Воронежской области в девяностых годах прошлого столетия появился центр стрелковой подготовки, в котором обучались милиционеры со всех уголков нашей страны, в том числе, сотрудники ОМОН, СОБР и подразделений ППС. В общей сложности в учебном центре на тот момент было обучено более 500 снайперов.

К началу реформирования системы МВД в центре профессиональной подготовки ГУ МВД по Воронежской области сложилась солидная практика организации кураторской работы, эффективность которой обеспечивалась благодаря многолетнему соблюдению ряда педагогических принципов и правил.

1. Подавляющее большинство



преподавателей подразделения имели уникальный профессиональный опыт в различных областях правоохранительной деятельности.

2. Значительная часть преподавательского состава привносила в учебно-воспитательный процесс элементы новаторства, стремилась к обеспечению взаимосвязи теории с практикой.

3. В подразделении поддерживались традиции боевого содружества, полицейского сотрудничества и преемственности поколений.

4. На всех этапах развития подразделения в его коллективе имелся педагогический костяк из наиболее талантливых преподавателей, все его руководители относились к порученному делу с повышенной мерой ответственности.

5. На протяжении многих лет на базе центра (школы) проводились разнообразные профессиональные и культурно-просветительские мероприятия, в нем располагался музей истории органов внутренних дел Воронежской области.

6. Преподаватели и слушатели подразделения регулярно привлекались к исполнению обязанностей по охране общественного порядка и обеспечению общественной безопасности (городские праздники, спортивные мероприятия, избирательные кампании и т.д.).

7. Командно-преподавательский состав подразделения находился в постоянной взаимосвязи с культурно-образовательной средой региона, вносил свою посильную лепту в развитие ее потенциала.

Вместе с тем, в период проведения реформы МВД особенно остро обозначилась проблема низкого образовательного уровня и профессиональной мотивации значительной части сотрудников, впервые принимаемых на службу, совпавшая по времени с коренным преобразованием системы профессионального

образования в отечественных органах внутренних дел. После передачи в 2013 году функций центра профессиональной подготовки ГУ МВД по Воронежской области Воронежскому институту МВД России, где был организован факультет профессиональной подготовки, институт кураторства с указанной категорией обучающихся пришлось адаптировать под педагогические условия ведомственного высшего учебного заведения. Процесс этот оказался весьма непростым, а по некоторым позициям – даже болезненным. К числу его отрицательных моментов можно отнести следующие:

– несовпадение «ритмов» организации учебно-воспитательной работы со слушателями, обучающимися по программам первоначальной подготовки и с курсантами (слушателями), проходящими обучение по программам высшего профессионального образования;

– неподготовленность определенной части преподавательского состава института к работе со слушателями нового факультета;

– длительный отрыв слушателей факультета профессиональной подготовки от территориальных органов и, соответственно, культурно-образовательной среды своей малой Родины, и вместе с тем, их недостаточная включенность в образовательную среду института;

Тем не менее, благодаря тому, что в 2013 году в институт перешло подавляющее большинство педагогов регионального центра профессиональной подготовки, многие адаптационные проблемы были успешно разрешены, а по некоторым позициям вновь влившиеся в институтский коллектив преподаватели-практики привнесли в учебно-воспитательный процесс свежую струю и их опыт организации кураторской работы оказался востребованным уже в формате деятельности факультета профессиональной подготовки.

### **Библиография**

1. Нахимов А.П. *Сто тридцать лет подготовки сотрудников органов внутренних дел в Воронежском регионе: от полицейских урядников к киберполицейским: учебно-наглядное пособие / А.П. Нахимов [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2017. – 394 с.*
2. Силин А.А. *Профессиональная подготовка кадров для органов внутренних дел в Воронеже (1949-2013 гг.) - «Человек и общество: история и современность» / А.А. Силин. – Воронеж: Изд-во Воронежского педагогического университета (ВГПУ), 2017. – С. 66-75.*
3. Савицкий Н.М. *Писатель-милиционер / Известия Воронежского института МВД России // Н.М. Савицкий. – 2018. – № 2 (229).*
4. Силин А.А. *Воюй не числом, а умением / А. Силин // Вестник охраны. – 2013. – № 3.*

### **References**

1. Nahimov A.P. *Sto tridcat' let podgotovki sotrudnikov organov vnutrennih del v Voronezhskom regione: ot policejskih uryadnikov k kiberpolicejskim: uchebno-naglyadnoe posobie / A.P. Nahimov [i dr.]. – Voronezh: Voronezhskij institut MVD Rossii, 2017. – 394 s.*
2. Silin A.A. *Professional'naya podgotovka kadrov dlya organov vnutrennih del v Voronezhe (1949-2013 gg.) - «Chelovek i obshchestvo: istoriya i sovremennost'» / A.A. Silin. – Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo pedagogicheskogo universiteta (VGPU), 2017. – S. 66-75.*
3. Savickij N.M. *Pisatel'-milicioner / Izvestiya Voronezhskogo instituta MVD Rossii // N.M. Savickij. – 2018. – № 2 (229).*
4. Silin A.A. *Voyuj ne chislom, a umeniem / A. Silin // Vestnik ohrany. – 2013. – № 3.*

## **HISTORICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF THE INSTITUTE OF CURING IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF EMPLOYEES OF INTERNAL AFFAIRS IN THE VORONEZH REGION**

*The article discusses the prerequisites for the emergence of the curator's institute and summarizes the experience of organizing curatorial work in the educational units of the Ministry of Internal Affairs, which carried out initial training for police officers. The author, who has been teaching in educational institutions of the Ministry of Internal Affairs since 2005, gives a rather extensive insight into the history of the issue, focusing on the most significant events initiated by the curators of training platoons in the vocational training center of the State Ministry of Internal Affairs of Russia in the Voronezh region (training center, interregional junior and junior commanding police), reflects on the place and role of supervision in the process of professional re-nourishment of the personnel of the internal affairs bodies.*

**Key words:** *initial training of internal affairs officers, supervision.*

**Силин Александр Анатольевич,**  
*преподаватель кафедры социально-гуманитарных дисциплин,  
Воронежский институт МВД России,  
Россия, г. Воронеж,  
silin.alex75@mail.ru,  
7 (4732) 200-53-65, 8 (951) 851 15 29,  
Silin A.A.,  
lecturer social sciences and humanities,  
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,  
Russia, Voronezh.*

## **К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИГРАФА**

*Ю.Г. Хлоповских*

*В статье представлены психологические и психофизиологические теории, составляющие методолого-теоретические основы психофизиологического обследования с использованием полиграфа; отражены механизмы психофизиологических явлений, лежащих в основе прикладных методов использования полиграфа.*

**Ключевые слова:** *методолого-теоретические основы, психофизиологическое обследование, полиграфная проверка, детекция лжи.*

Проведение полиграфных проверок позволяет решить широкий круг задач в различных сферах. Целесообразно, а зачастую и необходимо, использование полиграфа при отборе кандидатов на государственную службу, на производство, в ходе проведения расследований преступлений, при осуществлении служебных проверок и т.п. Накоплен значительный опыт применения полиграфа в оперативно-розыскной деятельности, судопроизводстве, для обеспечения кадровой и национальной безопасности. Долгое время в нашей стране детекция лжи с применением полиграфа использовалась лишь узким кругом лиц и была направлена на решение ограниченного спектра задач. Разработкой методов полиграфной проверки занимались специалисты 30-й лаборатории КГБ СССР (специальной лаборатории психофизиологических исследований),

В настоящее время полиграфная проверка становится неотъемлемой частью кадровой работы, судопроизводства, оперативно-розыскной деятельности. Вместе с тем, множество вопросов относительно методологических и теоретических оснований психофизиологического обследования с использованием полиграфа остаются открытыми, что служит основанием для сомнений в эффективности его применения, надежности получаемых данных.

Методология и теория психофизиологического обследования составляют основу его практической реализации и делают получаемые с помощью полиграфа данные научно обоснованными. Важно отметить, что на теоретико-методологическом уровне прослеживается теснейшая связь теории и практики полиграфной проверки с психологической наукой и практикой.

Методы выявления лжи существовали еще в Древнем мире. Они основывались на житейской психологии, обыденных наблюдениях и носили примитивный характер. К примеру, в Китае обвиняемый в преступлении помещал в рот

горсть сухого риса. Если после услышанного обвинительного приговора он мог полностью выплюнуть рис, его оправдывали. Основанием такого примитивного и крайне неточного метода детекции лжи служит, активация симпатической нервной системы при стрессе: если человек виновен, он испытывает выраженную тревогу, от которой пересыхает во рту, соответственно выплюнуть рис трудно. При этом не учитывалось, что невиновный человек тоже может испытывать страх, что ведет к аналогичной реакции симпатической нервной системы.

Первые систематизированные заключения относительно телесных реакций как признаков эмоций принадлежат древнеримскому врачу Галену. Он заметил изменения, происходящие в частоте и ритмичности пульса пациента при упоминании об эмоционально значимом для него объекте.

Испытывая значительное физическое напряжение или эмоциональное возбуждение, человек может отчетливо ощущать свое тело и происходящие в нем изменения. В обычных же условиях протекающие в организме процессы остаются неосознанными. Выполнение любого действия требует сложного согласования функций организма, однако эта регуляция осуществляется мозгом без всякого сознательного участия со стороны человека. Влияние этих процессов организма на поведение и осознаваемые психические явления изучает психофизиология, акцентирующая внимание на телесных изменениях, с которыми связаны душевные переживания, эмоциональные реакции [4].

На протяжении всей истории прикладного использования психофизиологического обследования для выявления лжи и скрываемой информации специалисты предпринимали и продолжают предпринимать попытки научно обосновать сложные процессы, происходящие в психике и организме человека в ходе психофизиологической проверки.

Во всем множестве теоретических подходов к детекции лжи можно выделить две

группы: теории, опирающиеся на мотивационные и эмоциональные факторы как важнейшие детерминанты психофизиологической дифференциации, и теории, базирующиеся на когнитивных процессах.

Пожалуй, наиболее авторитетной сегодня является относимая к первому классу «теория угрозы наказания» (А. Моссо). Суть ее заключается в том, что лицо, тестируемое с помощью полиграфа, боится проверки; если данное лицо отвечает ложно, испытываемый страх разоблачения порождает выраженные физиологические реакции. Следует признать определенную уязвимость этой теории: скептики и противники использования полиграфа справедливо отмечают, что согласно этой теории, полиграф скорее выявляет страх перед проверкой, нежели ложь как таковую. Кроме того, не все психофизиологические реакции обусловлены действием именно симпатической нервной системы: например, часто наблюдаемое при проверке на полиграфе снижение частоты сердечных сокращений, возникающее в ответ на предъявление значимых для обследуемого вопросов, определяется реакциями не симпатической, а парасимпатической нервной системы [6]. Существуют и другие факты, обуславливающие скептическое отношение к теории угрозы наказания.

К числу теорий, опирающихся на мотивационные и эмоциональные факторы, относятся еще несколько концепций. Теоретическими основаниями одной из этих теорий являются взгляды отечественного психолога А.Р. Лурия, изучавшего состояния аффекта у преступников. Обобщив значительный массив экспериментальных данных, он заключил следующее: совершив преступление, индивид испытывает психическую травму. Необходимость скрывать сам факт этой травматической ситуации и страх разоблачения детерминируют у преступника состояние острого аффективного напряжения. Чем более тяжким является совершенное преступление, тем ярче выражен аффект и тем больше сил требуется для его подавления. Признание преступником своей вины служит средством снятия напряжения и разрядки аффективного тонуса, вызывающего непереносимый конфликт. Соответственно, можно судить о психофизиологической значимости этого признания для возвращения личности в относительно нормальное состояние [2].

Теория аффекта (А.Р. Лурия) была модифицирована американскими исследователями в «теорию конфликта» (Г. Борланд, Д. Рэскин), в соответствии с которой значимые изменения на физиологическом уровне будут возникать при одновременной активации двух противоположных тенденций: общей тенденции говорить правду и попытки скрыть

информацию (солгать) в отношении конкретной ситуации [5].

К числу мотивационно-эмоциональных теорий детекции лжи относят и условно-рефлекторную теорию, базирующуюся на учении И.П. Павлова о высшей нервной деятельности. В основе теории – представление о том, что дифференцированное физиологическое реагирование на критические вопросы обусловлено прошлым опытом обследуемого. Чем серьезнее совершенное преступление, тем более выражены реакции, вызванные критическими вопросами. Эта теория еще более уязвима и неоднозначна, по сравнению с теорией конфликта, что подтверждается результатами лабораторных экспериментов.

Вторая группа теорий детекции лжи опирается на когнитивные факторы, связанные с восприятием и переработкой стимулов, которые предъявляются обследуемому в ходе полиграфической проверки. К числу этих теорий относится «теория активации», в соответствии с которой детекцию обуславливают разные по активационной силе стимулы. Экспериментальное обоснование теории опирается на понятие «знания виновного» (Д. Ликкен, 1959). Суть заключается в том, что признак преступления будет иметь особое значение только для виновного субъекта, вызывая более сильный ориентировочный рефлекс по сравнению с другими. Для субъектов, не обладающими знаниями виновного, все темы тестирования будут равнозначны, вызывая обыкновенные ориентировочные рефлексы, угасающие при повторениях.

Этим и определяется «когнитивный» элемент теории активации – акцент делается по большей части на том факте, что индивиду известна некая информация, нежели на испытываемых им эмоциях, страхах, связанных с ложью. Теория активации не нашла широкого признания среди полиграфологов, показав свою действенность лишь в лабораторных экспериментах.

Указанные теории не исчерпывают попытки отечественных и зарубежных ученых и практиков создать надежную теоретическую основу метода психофизиологического обследования с использованием полиграфа. Так, помимо названных выше, выделяют теорию дихотомизации (Т. Бен-Шахар); теорию количества информации (Р. Хеслгрейв); теорию психологической установки (Д.Н. Узнадзе); теорию активации следов памяти; информационную теорию (П.В. Симонов); теорию когнитивного диссонанса (Л. Фестингер); двухфакторную теорию эмоций (С. Шехтер, С. Валлинс); потребностно-информационную теорию; и др. (Л.Г. Алексеев, А.Б. Пеленицын, А.П. Сошников) [1, 3].

При этом ученые и специалисты не могут выдвинуть некую единую теорию, описывающую природу психофизиологических реакций и в целом весь спектр явлений, сопровождающих обследование с использованием полиграфа. К таким выводам пришли ведущие специалисты США, Израиля, Канады [1].

Разработка методологически и теоретически обоснованной «теории полиграфа» требует проведения фундаментальных теоретических и прикладных исследований, основанных на современных достижениях психологии, физиологии, психиатрии, медицины и других наук.

Необходимость интеграции существующих научных представлений и концепций подчеркивают, в частности, А.Б. Пеленицын, А.П. Сошников [1, 3].

Ключевым фактором для подобного рода интеграции признается внимание. «Именно эта функция обладает выработанной в ходе эволюции непосредственной и устойчивой связью с активностью вегетативной нервной системы организма, контроль которой осуществляется с помощью полиграфа. Как показывает огромное количество исследований, изменение уровня внимания всегда сопровождается предсказуемыми реакциями в различных физиологических системах. Состояние и динамика внимания обследуемого лица – вот то психическое явление, которое оказывает определяющее влияние на эффективность обследований с использованием полиграфа» [3; 99-100].

В результате привлечения внимания испытуемого к стимулу происходит усиление реакции на него; при отвлечении внимания от стимула реакция уменьшается. Ведущая роль внимания и ее функций в психофизиологических основаниях полиграфной проверки доказывается следующими факторами:

- механизм привыкания (адаптации), состоящий в том, что по мере повторения стимула психическая (проявление внимания) и физиологическая реакции на него постепенно прекращаются;

- возрастание внимания к тому стимулу, который имеет отношение к исследуемому событию (так, методика скрываемой информации основана на предъявлении обследуемому ряда однородных стимулов, лишь один из которых выступает ключевым, остальные не имеют отношения к событию);

- дифференцированное привлечение внимания к вопросам разного типа (этот принцип служит основой метода вопросов сравнения);

- заострение внимания испытуемого на определенных темах/вопросах – основа методов однотемного и многотемного скринингов.

Психические процессы образуют единую систему, в которой внимание самым тесным

образом связано с другими психическими процессами (памятью, эмоциями и др.). Но главным является то, что внимание связано с основной характеристикой стимула – его значимостью. На этом строятся почти все прикладные психофизиологические методы, в том числе полиграфологические тесты. К более значимому стимулу привлекается больше внимания, что вызывает более интенсивную физиологическую активацию.

В целом базовым психологическим и психофизиологическим положением обследования на полиграфе является то, что, регистрируя с его помощью физиологические реакции человека в ответ на предъявляемые стимулы, исследователь не определяет ни ложь, ни знания виновного, ни эмоциональный отклик, ни состояние («идеальные следы») памяти. Оценивается относительная величина реакции (физиологической активации). Таким образом оценивается значимость для испытуемого одних стимулов по сравнению с другими.

Вслед за вниманием как основным, пусковым фактором психофизиологической активации в развитие физиологических изменений вовлекаются и другие механизмы (эмоциональные и когнитивные процессы) [3].

С точки зрения Л.Г. Алексеева, все разнообразие феноменов и явлений, наблюдаемых в практике психофизиологического исследования, укладывается в рамки адаптационной теории (Г. Селье). Адаптация в данном случае понимается как «система реагирования и приспособления к происходящим вовне изменениям, проявляемая на всех уровнях жизнедеятельности человека: клеточном и субклеточном, вегетативном, физиологическом, психологическом и, наконец, социальном.

Эмоция наполняет энергетическим содержанием любое действие человека, направленное на удовлетворение потребности, то есть избирательной зависимости живого организма от факторов внешней среды, существенных для самосохранения и саморазвития» [цит. по: 1].

Любой внешний фактор запускает механизмы, направленные на поддержание гомеостаза, биологической и психической целостности индивида. Это требует определенных энергетических затрат и вызывает некие эмоции, отражающие энергетические изменения. Соответственно, любая эмоциональная реакция представляет собой реакцию адаптации организма к тому или иному виду внешнего или внутреннего воздействия. Внутреннее воздействие подразумевает интеллектуальную деятельность, мысленное воспроизведение или ментальное конструирование ситуаций, имеющих эмоциональную окраску.

С позиции мотивационной теории, тремя экзистенциальными ценностями человеческого

существования выступают духовность, свобода и ответственность (В. Франкл). Процедура полиграфной проверки несет в себе потенциальную угрозу изменения социального статуса испытуемого, нарушения его жизненной позиции, перспектив и планов. То есть ситуация тестирования с использованием полиграфа является ситуацией оценки социально-психологических качеств личности обследуемого. При этом создаются условия, при которых испытуемому необходимо актуализировать весь свой опыт, систему ценностных ориентаций, чтобы обеспечить позитивный характер выводов о нем.

В связи с этим мотивационная теория является необходимым компонентом в рассмотрении вопроса о возникновении реакций в ситуации полиграфной проверки [1]. Согласно деятельностному подходу, разрабатываемому в отечественной психологии (А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.), при взаимодействии человека с внешней средой образуется следующая последовательность: потребность — мотив — эмоция — рациональное осознание — действие. При этом не исключена возможность чисто рефлекторных реакций.

П.В. Симонов указывает, что действенность мотива может оцениваться силой и напряженностью эмоциональных переживаний, а последние зависят от остроты актуальной потребности.

Согласно С.Л. Рубинштейну, любой мотив — потенциально черта характера; реализуясь и закрепляясь в действиях и поступках, мотивы поведения определяют более или менее устойчивый образ действий, переходят в характерологические свойства личности. При этом человеку свойственно постоянно соотносить свои мысли, действия и поступки с общепринятыми социальными нормами. Отклонение в поведении личности от социально обусловленных норм, как правило, влечет за собой ее отторжение социальной средой.

Осознание вины перед окружением за асоциальный поступок — причина эмоциональной реакции, что и проявляется в виде психофизиологической реакции в ходе тестирования. Отсутствие осознания вины влечет за собой отсутствие эмоции. Именно поэтому возникают трудности в процессе тестирования субъектов, имеющих структуру ценностей, отличную от общепринятой, а также тестирования субъектов с измененной психикой (психопатических личностей).

П.В. Симонов предлагает такое определение мотива: «Мотив есть активированный след в памяти человека об объекте и действиях, способных удовлетворить имеющуюся потребность» [цит. по: 1].

В данном определении учитывается единство биологического и психического в природе возникновения мотива. Кроме того, подход П.В. Симонова позволяет интегрировать адаптационную теорию рассматривания памяти как ключевой функции, оказывающей определяющее влияние на эффективность обследований с использованием полиграфа.

В целом современные представления относительно механизмов психофизиологических явлений, лежащих в основе прикладных методов использования полиграфа, представляются довольно разрозненными. Каждая из существующих концепций позволяет объяснить лишь одну из сторон целостной системы поведения и реагирования субъекта в ходе полиграфной проверки. Полагаем, базовая причина этого кроется в том, что подобная картина наблюдается и в психологии, методологические положения которой составляют основу психофизиологического обследования.

Кроме того, важно помнить, что процесс полиграфного обследования представляет собой субъект-субъектное взаимодействие двух личностей, соответственно индивидуально-психологические особенности, психоэмоциональное состояние как тестируемого, так и тестирующего во многом определяют специфику проведения и результативность психофизиологического обследования. Это необходимо учитывать при определении методолого-теоретических оснований психофизиологического обследования с применением полиграфа.

В психологии существует (и множится) огромное число умозрительных теорий, пытающихся объяснить сущность и механизмы функционирования психики. Возможно, системный подход, который в отечественной психологии активно разрабатывал Б.Ф. Ломов, позволит интегрировать разрозненные и порой противоречивые концепции, пытающиеся объяснить и выстроить методологическую и теоретическую основу психофизиологического обследования с помощью полиграфа. Как известно, системный подход предполагает изучение явлений в их зависимости от внутренне связанного целого. В результате этой целостности явления приобретают новые свойства, присущие лишь целому.

Не претендуя на полноту обзора теоретических концепций, составляющих основу полиграфной проверки, полагаем, что обозначение проблемного поля и актуализация вопроса отсутствия общепринятых методолого-теоретических оснований психофизиологического обследования послужат началом дальнейших исследований в этом направлении.

**Библиография**

1. Алексеев Л.Г. Психофизиология детекции лжи. Методология / Л.Г. Алексеев. – М.: Мастерская прикладной психофизиологии, 2011. – 108 с.
2. Симонов П.В. Высшая нервная деятельность человека: (мотивационно-эмоциональные аспекты) / П.В. Симонов. – М.: Наука, 1975. – 128 с.
3. Сошников А.П. Оценка персонала. Психологические и психофизические методы / А.П. Сошников, А.Б. Пеленицын. – М.: Эксмо, 2009. – 174 с.
4. Хессет Дж. Введение в психофизиологию / Дж. Хессет. – М.: Мир, 1981. – 246 с.
5. Холодный Ю.И. Проблема использования испытаний на полиграфе / Ю.И. Холодный, Ю.И. Савельев // Вестник криминалистики. – Вып. 1 (13). – 2005. – М.: Источник. – С. 39-48.
6. Яниг В. Физиология человека / В. Яниг, Дж. Дудел, И. Рюэгг, Р. Шмидт; пер. М.А. Каменская, Н.Н. Алипов. – Т.1. Нервная система. – М.: Мир, 1985. – 267 с.

**References**

1. Alekseev L.G. Psihofiziologiya detekcii lzhi. Metodologiya / L.G. Alekseev. – M.: Masterskaya prikladnoj psihofiziologii, 2011. – 108 s.
2. Simonov P.V. Vysshaya nervnaya deyatelnost' cheloveka: (motivacionno-ehmocial'nye aspekty) / P.V. Simonov. – M.: Nauka, 1975. – 128 s.
3. Soshnikov A.P. Ocenka personala. Psihologicheskie i psihofizicheskie metody / A.P. Soshnikov, A.B. Pelenicyn. – M.: EHksmo, 2009. – 174 s.
4. Hessel Dzh. Vvedenie v psihofiziologiyu / Dzh. Hessel. – M.: Mir, 1981. – 246 s.
5. Holodnyj YU.I. Problema ispol'zovaniya ispytaniy na poligrafe / YU.I. Holodnyj, YU.I. Savel'ev // Vestnik kriminalistiki. – Vyp. 1 (13). – 2005. – M.: Istochnik. – S. 39-48.
6. YAnig V. Fiziologiya cheloveka / V. YAnig, Dzh. Dudel, I. Ryuegg, R. SHmidt; per. M.A. Kamenskaya, N.N. Alipov. – T.1. Nervnayasistema. – M.: Mir, 1985. – 267 s.

**TO THE QUESTION OF THE METHODOLOGICAL AND THEORETICAL BASES  
PSYCHOPHYSIOLOGICAL SURVEY WITH THE HELP OF POLYGRAPH**

*The article presents psychological and psychophysiological theories, which constitute the methodological and theoretical foundations of psychophysiological examination using a polygraph; reflects the mechanisms of psychophysiological phenomena that underlie the applied methods of using the polygraph.*

**Keywords:** *methodological and theoretical foundations, psychophysiological examination, polygraph test, lie detection.*

**Хлоповских Юлия Геннадьевна,**  
кандидат психологических наук, доцент,  
доцент кафедры социально-гуманитарных дисциплин,  
Воронежский институт МВД России,  
Россия, г. Воронеж,  
flugel24@yandex.ru,  
8(910)242-01-20,

**Khlopovskikh J.G.,**  
Candidate of Psychology, associate professor,  
Associate Professor at the Department of Social and Humanitarian Disciplines,  
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,  
Russia, Voronezh.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ОТРАБОТКЕ СПОСОБОВ САМОСПАСАНИЯ И СПАСЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСТРАНСТВА**

*Р.М. Шипилов, И.Ю. Шарабанова, Е.Е. Маринич, О.Г. Зейнетдинова, Д.Ю. Захаров*

*В статье предложена экспериментальная модель разработанного учебно-тренажерного комплекса «Запутывание». Данный комплекс состоит из нескольких блоков, каждый из которых моделирует различные условия работы газодымозащитников в непригодной для дыхания среде. Авторами рассмотрены и предложены различные варианты тренировочных упражнений по самоспасанию и спасению пострадавших в искусственно созданных экстремальных ситуациях (запутывание, обрушение, ограниченная видимость, условия ограниченного пространства). Данные упражнения способствуют формированию психо-эмоциональной и тактико-технической подготовленности газодымозащитников.*

**Ключевые слова:** *МЧС России, газодымозащитник, аварийно-спасательные работы, учебно-тренажерный комплекс.*

В современных условиях преобразования, происходящие в социальной и экономической жизни нашей страны, привели к необходимости модернизации процесса профессионально-практической подготовки будущих специалистов в области пожаротушения, защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций (ЧС). Основной стратегической задачей усовершенствования процесса профессионально-практической подготовки является разработка новых, инновационных тренировочных средств, а также методического обеспечения, направленного на организацию и совершенствование процесса профессиональной подготовки обучающихся в образовательных организациях МЧС России [3]. Специфика деятельности газодымозащитника, связанная с тушением пожаров, ликвидацией последствий ЧС, стихийных бедствий, делает его востребованным в современном обществе как специалиста-практика: компетентного, свободно владеющего своей профессией, умеющего принимать своевременные диагностические, прогностические решения и самостоятельно решать профессиональные задачи.

В подготовке газодымозащитника на базе образовательных организаций МЧС России особое место отводится развитию и совершенствованию профессионально-прикладных компетенций. В свою очередь этому

способствуют качественные изменения процесса автоматизации, внедрение инновационной техники и оборудования, использование многофункциональных тренажерных комплексов (МФТК) в образовательном процессе [1, 5, 7].

В подготовке газодымозащитников активно применяются полигоны, учебно-тренировочные комплексы (УТК) и тренажеры (УТК «Грот», УТК ПТС «Уголек М», огневой полигон «ПТС-Лава», тренажер ПТС «Штурм», тренажер «Горящий вагон», комплекс ПТС «Наутилус», тренажер ПТС «Т-Мобиль», тренажер «Лабиринт», УТК «Огневой дом» и др.) с целью научиться правильно применять полученные знания в приближенных к реальным условиям ЧС [2, 4]. Необходимость использования тренировочного оборудования на учебно-тренировочных занятиях обусловлена анализом задач, поставленных перед образовательными организациями МЧС России при подготовке газодымозащитников, и методических принципов тренировки.

С целью повышения качества профессионально-практической подготовленности обучающихся на базе ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России разработана экспериментальная модель учебно-тренажерного комплекса «Запутывание» (УТКЗ) (рис. 1).





**Рис. 1.** Учебно-тренажерный комплекс «Запутывание» (УТКЗ)

Создание экспериментальной модели УТКЗ послужило одним из направлений совершенствования учебно-тренировочного процесса академии, а также поиском пути формирования у обучающихся профессиональных компетенций в плане владения пожарно-техническим оборудованием и снаряжением при проведении аварийно-спасательных работ.

**Целью работы** является разработка системы упражнений для подготовки газодымозащитников в условиях моделируемых ситуационных заданий на экспериментальной модели УТКЗ.

Разработка предложенной системы упражнений для подготовки газодымозащитника осуществлялась с учетом современного уровня требований: теории искусственной-управляющей среды (С.П. Евсеев, И.П. Ратов, П.К. Петров и др.); системного подхода к определению адаптации человеческого организма к экстремальным условиям (С.W. Churchman, В.Н. Спицнадель, И.В. Прангишвили и др.); концепции психофизической подготовки обучающихся образовательных организаций МЧС России (С.С. Аганов, Е.Е. Соколов).

На этой теоретико-методической базе разработанная нами экспериментальная модель

УТКЗ рассматривается как система направленной профессиональной подготовки обучающихся образовательных организаций МЧС России.

Экспериментальная модель УТКЗ представляет ряд соединенных между собой блоков с тренировочными элементами, решающих различные учебные задачи.

#### **Механизм работы учебно-тренажерного комплекса «Запутывание»**

В состав экспериментальной модели УТКЗ входит:

1. «Блок с тренировочными элементами узкий лаз и проем в несущей стене» (рис. 2). Блок представляет собой ограниченное по высоте и ширине пространство в виде тоннеля, имеющего вход с боковой стороны. От входа с левой стороны располагается наклонная подвижная площадка (регулируется по высоте в четырех позициях до  $120^{\circ}$ ). Она создает подъем, имитируя узкий проем (рис. 2 а). С противоположной стороны от наклонной площадки расположен узкий лаз, закрытый тяжелой дверью, поднимающейся вверх. Узкий лаз имитирует пролом в стене (рис. 2 б). Блок оснащен свисающими элементами конструкции (провода, кабели, веревки) со стороны наклонной площадки.

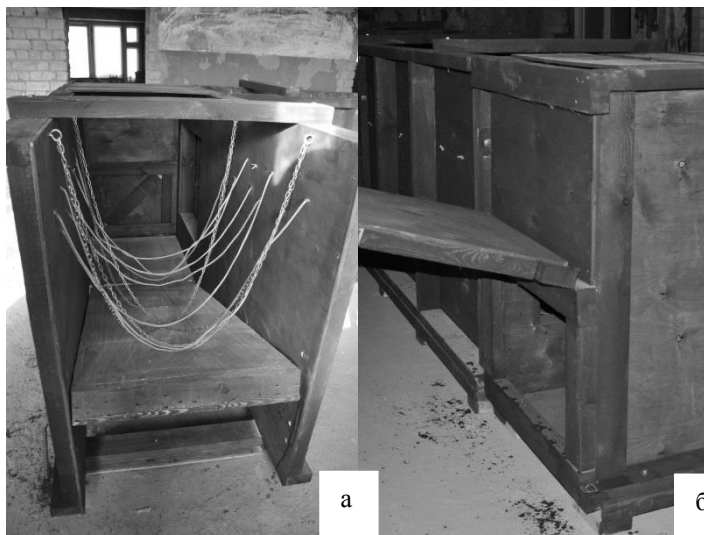


Рис. 2. Блок с тренировочными элементами узкий лаз и проем в несущей стене: наклонная площадка, имитирующая проем (а); узкий лаз в стене (б)

2. «Блок с тренировочными элементами обрушения потолка» (рис. 3 а). Предназначен для отработки навыков группировки. Блок представляет ограниченное по высоте и ширине пространство в виде тоннеля с

двусторчатой крышей. В случае прохождения данного блока имитируется обрушение потолка с последующим падением на газодымозащитника различных элементов конструкции (рис. 3 б).



Рис. 3. Блок с тренировочными элементами обрушения потолка: тренажер перед обрушением (а), обрушение потолка (б)

3. «Блок со свисающими элементами конструкций» (рис. 4).



Рис. 4. Блок со свисающими элементами конструкций

Данный блок состоит из двух секций, представляющих ограниченное по высоте и ширине пространство в виде тоннеля. Данный блок оснащен свисающими элементами конструкции (провода, кабели, веревки).

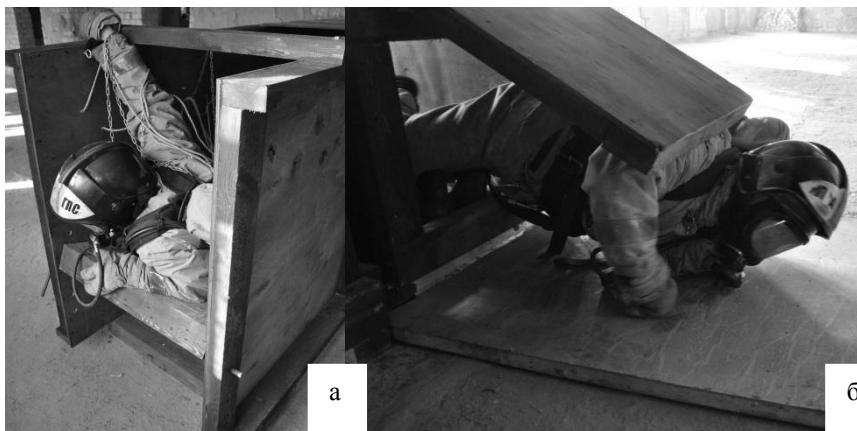
#### Работа в учебно-тренажерном комплексе «Запутывание»

Все представленные блоки предназначены для отработки точных и слаженных действий газодымозащитниками в целях формирования навыков спасения и самоспасания при возникновении ЧС. Практика использования УТКЗ на учебно-тренировочных занятиях позволила выявить его большую пропускную способность. Одновременно в комплексе могут работать несколько звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) по выполнению поставленных задач различной

степени тяжести.

«Блок с тренировочными элементами узкий лаз и проем в несущей стене» может быть использован в широком диапазоне способов

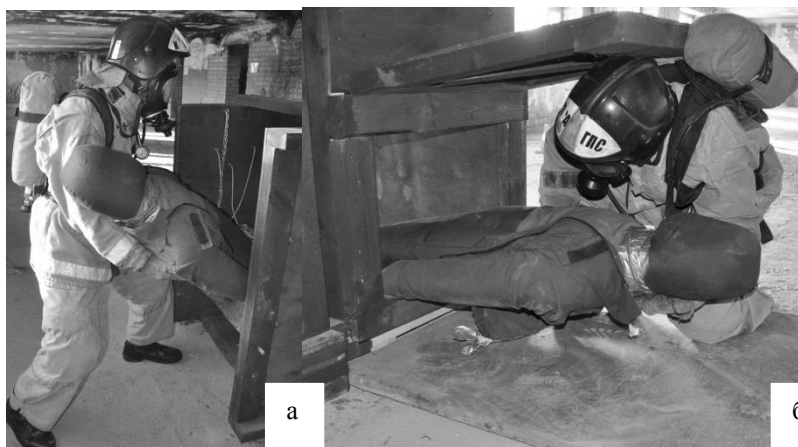
покидания помещения через проем (рис 5 а) или покидания помещения через узкий лаз в стене, имитирующий пролом (рис. 5 б).



**Рис. 5.** Покидание помещения через проем (а), покидание помещения через узкий лаз в стене (б)

Представленный блок также возможно использовать для отработки способов спасения пострадавшего при эвакуации его через проем

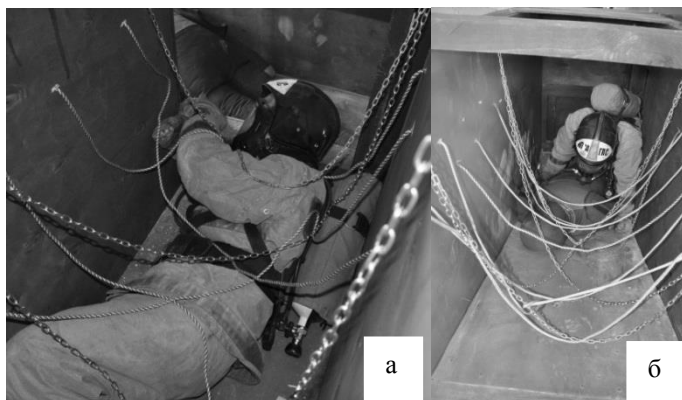
(рис. 6 а) и эвакуации через узкий лаз в стене (рис. 6 б).



**Рис. 6.** Эвакуация пострадавшего через проем (а), эвакуация через узкий лаз в стене (б)

Данный блочный элемент применяется при отработке способов поиска, и оказания первой помощи условному пострадавшему с использованием дымовых эффектов или

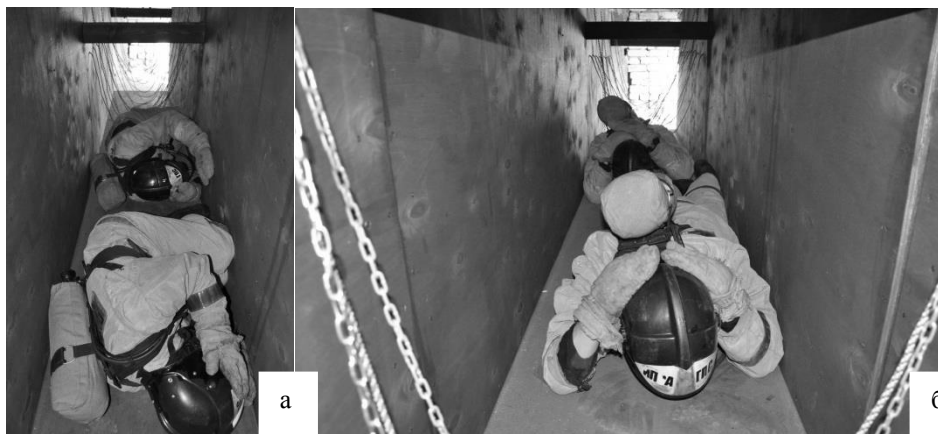
тонирующей пленки разной светопропускной способности, надеваемой на панорамную маску дыхательных аппаратов, с целью имитации снижения видимости в дыму (рис. 7 а, б).



**Рис. 7.** Поиск пострадавшего (а), оказание первой помощи пострадавшему в условиях ограниченного пространства (б)

Блок с тренировочными элементами для отработки навыков продвижения вперед и группировки в случае внезапного обрушения

конструкции позволяет тренировать различные способы группировки (рис. 8 а, б).



**Рис. 8.** Способ группировки в случае обрушения потолка (а, б)

«Блок со свисающими элементами конструкций» позволяет отрабатывать технику различных способов продвижения вперед. В качестве основного способа используется способ «плавания» (рис. 9).



**Рис. 9.**Продвижение вперед способом «плавания»

С целью усложнения выполнения задач по продвижению вперед используются различные препятствия и преграды (рис. 10).



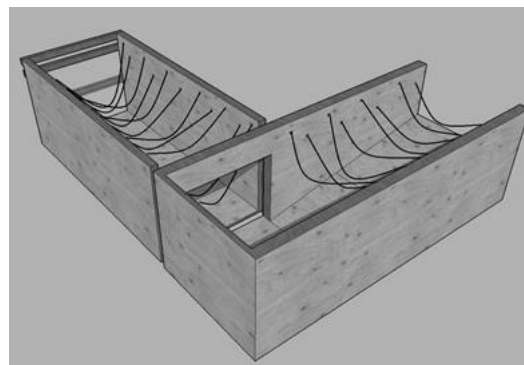
**Рис. 10.** Препятствия при продвижении вперед

### **Возможные виды комбинирования блоков на учебно-тренировочных занятиях**

Уникальность экспериментальной модели УТКЗ заключается в его мобильной трансформации на тренировочной площадке, что не позволяет обучающимся применять стереотипные решения, поведение и действия в моделируемых ситуационных заданиях.

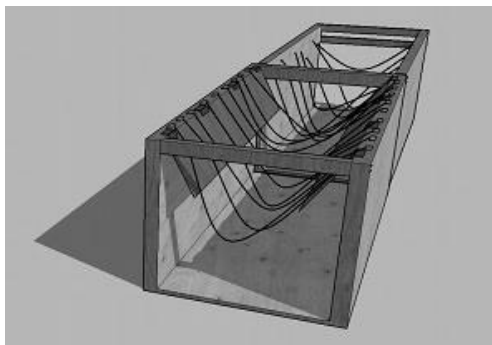
Рассмотрим на примере различные комбинации блоков (тренажеров).

Тренажер из двух блоков: блок с тренировочными элементами узкий лаз и проем, а также блок со свисающими элементами конструкций (рис. 11). Данный тренажер возможно использовать для отработки навыков продвижения вперед способом «плавание» с целью самоспасания и спасения пострадавших. Данная комбинация блоков создает имитацию ограниченного по высоте и ширине тоннеля. Сложность для выполнения заданий заключается в повороте тоннеля и наклонной площадке, имитирующей выход в проем несущей стены.



**Рис. 11.** Коридор из двух блоков для отработки навыков самоспасания и спасения пострадавших через узкий лаз и проем несущей стены, а также для отработки навыков продвижения вперед способом «плавания»

Тренажер из двух блоков: блок с тренировочными элементами обрушения потолка, а также блок со свисающими элементами конструкций (рис. 12). Данный комплекс блоков имитирует ограниченный по высоте и ширине длинный тоннель, во время преодоления которого происходит внезапное для газодымозащитника обрушение потолка с последующим падением элементов конструкции (провода, веревки, кабели).



**Рис. 12.** Коридор из двух блоков для отработки навыков группировки в случае обрушения потолка и для отработки навыков продвижения вперед способом «плавания»

При отработке определенных оперативно-тактических действий все элементы собираются в единый комплекс (рис. 13), так как наилучшие результаты на учебно-тренировочных занятиях достигаются при использовании не в отдельности каждого блока, а в комплексе для решения поставленных задач.



**Рис. 13.** Учебно-тренировочный комплекс в сборе

Представленные блоки комплекса УТКЗ позволяют использовать их в широком диапазоне различных заданий как передвижения способом «плавания», так и поиск и спасение пострадавшего. В качестве дополнительных средств, усложняющих работу газодымозащитников, используется: работа в условиях недостаточной видимости (дымовые эффекты, тонирующая пленка на маску дыхательного аппарата), в условиях угрозы обрушения конструкции; работа в условиях запутывания, а также различных преград; работа в средствах индивидуальной защиты органов дыхания [6, 8]. Данные блоки могут быть оборудованы звуковым сопровождением, имитирующим звук обрушения конструкции или стон пострадавшего.

#### **Вывод**

Таким образом, разработанная система тренировочных упражнений для газодымозащитников в условиях различных ситуационных заданий на экспериментальной модели УТКЗ позволит решить задачи психо-эмоциональной и тактико-технической подготовленности обучающихся в комплексе. Комбинирование блоков УТКЗ на учебно-тренировочных занятиях позволит использовать их для отработки наибольшего количества упражнений, что разнообразит тематику занятий по дисциплинам «Организация газодымозащитной службы» и «Пожарно-спасательная подготовка». Данный тренажерный комплекс может применяться для проведения соревнований среди переменного состава. Также существует возможность совершенствования и дополнения данного учебно-тренировочного комплекса новыми, более сложными элементами.

**Библиография**

1. Балабанов М.А. Первоначальная профессиональная подготовка курсантов в вузе государственной противопожарной службы МЧС России на основе автоматизированной обучающей системы: дис... канд. пед. наук. – С. Петербург. 2012.
2. Легошин М.Ю. Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / М.Ю. Легошин, И.М. Чистяков, С.Н. Никишо, Р.М. Шипилов, Е.Е. Соколов // Международный научно-исследовательский журнал. INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL. – Екатеринбург. – 2017. – № 11 (65). – Часть 4. – С. 44-51.
3. Свистков А.С. Моделирование процесса ведения аварийно-спасательных работ в условиях учебно-тренировочного комплекса запутывания / А.С. Свистков, Р.М. Шипилов // Пожарная безопасность и защита в ЧС: сборник материалов XII итоговая научно-практическая конференция курсантов, слушателей и студентов, посвященная Году культуры безопасности. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 524-532.
4. Соколов Е.Е. Мобильные и стационарные тренировочные комплексы и полигоны / Е.Е. Соколов, И.М. Чистяков, С.Н. Никишов // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. – Иваново, 2014. – С. 169-170.
5. Шарабанова И.Ю. Применение новых методов подготовки и обучения спасателей, работающих в чрезвычайных ситуациях / И.Ю. Шарабанова, Р.М. Шипилов, А.В. Харламов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. (электронный журнал). Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-14213>. (дата обращения 06.09.2018).
6. Шипилов Р.М. Особенности психофизиологической адаптации в аспекте воспитания силовой выносливости и скоростно-силовых качеств в профессионально-прикладной подготовке будущих специалистов пожарно-технического профиля / Р.М. Шипилов, И.Ю. Шарабанова, С.Г. Казанцев, Г.П. Соколов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 1541.
7. Шипилов Р.М. Разработка технических средств для обучения и контроля адаптационной мобильности курсантов вузов ГПС МЧС России / Р.М. Шипилов, И.Ю. Шарабанова, Е.В. Ишухина, Е.А. Орлов // European Social Science Journal. – Международный исследовательский институт, 2016. – №1 – С. 332-335.
8. Шипилов Р.М. Формирование адаптационной мобильности спасателей к проведению эвакуации (спасению) пострадавших с применением новых методов обучения / Р.М. Шипилов, С.Г. Казанцев, И.Ю. Шарабанова, Ю.А. Ведякин // В мире научных открытий. – 2015. – № 3.2 (63). – С. 1156-1174.

**References**

1. Balabanov M.A. Pervonachal'naya professional'naya podgotovka kursantov v vuze gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii na osnove avtomatizirovannoj obuchayushchej sistemy: dis... kand. ped. nauk. – S. Peterburg, 2012.
2. Legoshin M.YU. Prakticheskoe ispol'zovanie uchebno-trenirovochnyh kompleksov dlya podgotovki pozharnyh i spasatelej / M.YU. Legoshin, I.M. CHistyakov, S.N. Nikisho, R.M. SHipilov, E.E. Sokolov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL. – Ekaterinburg. – 2017. – № 11 (65). – CHast' 4. – S. 44-51.
3. Svistkov A.S. Modelirovanie processa vedeniya avarijno-spasatel'nyh rabot v usloviyah uchebno-trenirovochnogo kompleksa zaputyvaniya / A.S. Svistkov, R.M. SHipilov // Pozharnaya bezopasnost' i zashchita v CHS: sbornik materialov XII itogovaya nauchno-prakticheskaya konferenciya kursantov, slushatele i studentov, posvyashchennaya Godu kul'tury bezopasnosti. – Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018. – S. 524-532.
4. Sokolov E.E. Mobil'nye i stacionarnye trenirovochnye komplekсы i poligony / E.E. Sokolov, I.M. CHistyakov, S.N. Nikishov // Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost': sbornik materialov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ivanovo, 2014. – S. 169-170.
5. SHarabanova I.YU. Primenenie novyh metodov podgotovki i obucheniya spasatelej, rabotayushchih v chrezvychajnyh situacijah / I.YU. SHarabanova, R.M. SHipilov, A.V. Harlamov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 4. (ehlektronnyj zhurnal). Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/118-14213>. (data obrashcheniya 06.09.2018).
6. SHipilov R.M. Osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii v aspekte vospitaniya silovoj vynoslivosti i skorostno-silovyh kachestv v professional'no-prikladnoj podgotovke budushchih specialistov pozharno-tekhnicheskogo profilya / R.M. SHipilov, I.YU. SHarabanova, S.G. Kazancev, G.P. Sokolov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 1-1. – S. 1541.
7. SHipilov R.M. Razrabotka tekhnicheskikh sredstv dlya obucheniya i kontrolya adaptacionnoj mobil'nosti kursantov vuzov GPS MCHS Rossii / R.M. SHipilov, I.YU. SHarabanova, E.V. Ishuhina, E.A. Orlov // European Social Science Journal. – Mezhdunarodnyj issledovatel'skij institut, 2016. – №1 – S. 332-335.
8. SHipilov R.M. Formirovanie adaptacionnoj mobil'nosti spasatelej k provedeniyu ehvakuacii (spaseniyu) postradavshih s primeneniem novyh metodov obucheniya / R.M. SHipilov, S.G. Kazancev, I.YU. SHarabanova, YU.A. Vedyaskin // V mire nauchnyh otkrytij. – 2015. – № 3.2 (63). – S. 1156-1174.

## **APPLICATION OF TRAINING COMPLEXES DURING EDUCATIONAL AND TRAINING DRILLS FOR PRACTICING METHODS OF SELF-RESCUING AND RESCUING PEOPLE IN LIMITED SPACE CONDITIONS**

*Improvement of teaching methods in educational organizations of EMERCOM of Russia, introduction of new multi-functional training devices and their active application in the system of state firefighting service of EMERCOM of Russia play an important role in increasing the overall quality of professional training of future firefighting specialists. The article deals with the newly developed model of training complex. The authors describe the principles of application of this complex in the training process both individually and as a unit of gas and smoke rescue service during self-rescuing and rescuing people in real conditions, such as entanglement, structural collapse, limited visibility.*

**Keywords:** *EMERCOM of Russia, firefighter and rescuer, rescue and recovery operations, training complex.*

**Шипилов Роман Михайлович,**

*кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры «Пожарно-строевой, физической подготовки и газодымозащитной службы (в составе учебно-научного комплекса «Пожаротушение»),  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
e-mail: rim-sgri@rambler.ru,*

*Россия, г. Иваново,*

**Shipilov R.M.,**

*PhD, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Fire, physical training and gazodimozaschitnoy Service (as part of «fire fighting» Teaching and Research Complex),*

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Шарабанова Ирина Юрьевна,**

*кандидат медицинских наук, доцент,  
заместитель начальника академии по научной работе,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
e-mail: sharabanova@bk.ru,*

*Россия, г. Иваново,*

**Sharabanova I.Yu.,**

*PhD, Associate Professor,  
Deputy Chief of the Academy for Scientific Work,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Маринич Евгений Евгеньевич,**

*кандидат педагогических наук,  
преподаватель кафедры «Пожарно-строевой, физической подготовки и газодымозащитной службы (в составе учебно-научного комплекса «Пожаротушение»),  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
e-mail: Dragon-37@mail.ru,*

*Россия, г. Иваново,*

**Marinich E.E.,**

*PhD,*

*Lecturer of the Department of Fire, physical training and gazodimozaschitnoy Service (as part of «fire fighting» Teaching and Research Complex),*

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

***Зейнетдинова Ольга Геннадьевна,***

*кандидат биологических наук, доцент,  
доцент кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
e-mail: zeynet@bk.ru,  
Россия, г. Иваново,*

***Zeynetdinova O.G.,***

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Civil Defense and Emergency Management,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

***Захаров Дмитрий Юрьевич,***

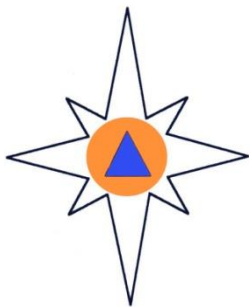
*преподаватель кафедры «Пожарно-строевой, физической подготовки и  
газодымозащитной службы (в составе учебно-научного комплекса  
«Пожаротушение»),*

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
e-mail: mr.dmitriyzakharov@mail.ru,  
Россия, г. Иваново,*

***Zakharov D.Yu.,***

*Lecturer of the Department of Fire, physical training and gazodymoschitnoy Service  
(as part of «fire fighting» Teaching and Research Complex),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*





## ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС РОССИИ: ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ

УДК 612.8+628.5:613.6

### СОВЛАДАЮЩЕЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК КРИТЕРИЙ ПРОФЕССИОНАЛИЗАЦИИ СПЕЦИАЛИСТА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

*С.В. Королева*

*Приведен результат изучения возможных психофизиологических механизмов профессионализации специалистов экстремального профиля на примере курсантов вуза МЧС России и роли копинг-стратегий в этом. Установлено, что наибольшее напряжение стресс-реализующей системы по показателям вариабельности сердечного ритма испытывают курсанты на 3 году обучения, при этом степень напряжения находится во взаимосвязи с увеличением профессионально-ориентированных дисциплин. Восстановление резервов функционального и адаптивного потенциала к 5 году обучения происходит в новых взаимоотношениях, отражающих процесс профессионализации и увеличения потенциальной стресс-устойчивости. Определено, что наибольшее напряжение в динамике обучения проявляют копинг-стратегии «Самоконтроль», «Планирование решения проблемы» и «Положительная переоценка», отражая формирование профессионально-значимых ресурсов совладающего поведения. Установлены значимые для профессионализации взаимоотношения адаптивных и дезадаптивных копинг-стратегий, выявленные на 3 году обучения и принявших устойчивые, значимые для решения задач по предназначению, формы копинг-стратегий к 5 курсу.*

**Ключевые слова:** копинг-стратегии, профессионализация, курсанты, МЧС России.

Значимость объективной оценки психофизиологического состояния специалиста экстремального профиля при его становлении трудно переоценить. Одним из маркеров достижения профессионализации без предельного напряжения компенсаторных механизмов является анализ применяемых копинг-стратегий поведения [3, 5]. Совладающее поведение позволяет субъекту не только справиться со стрессом, но и выявить потенциально дезадаптивные поведенческие детерминанты, способные активизировать стресс-реализующую систему. Для совладания со стрессом каждый человек использует собственные стратегии (копинг-стратегии) на основе имеющегося у него личностного опыта и психологических резервов (личностные ресурсы или копинг-ресурсы). Поэтому стресс-преодолевающее поведение стали рассматривать как результат взаимодействия копинг-стратегий и копинг-ресурсов [6]. В доступной литературе немногочисленные

исследования посвящены специалистам экстремального профиля, но явно недостаточно исследований в образовательных учреждениях системы МЧС России при очевидной их актуальности.

Цель исследования – изучить психофизиологические параметры профессионализации специалистов экстремального профиля на примере курсантов вуза МЧС России по показателям вариабельности сердечного ритма и установить вероятные роли копинг-стратегий в этом.

В эксперименте на добровольной основе приняли участие 100 курсантов ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Сплошное проспективное исследование вариабельности сердечного ритма проведено у 284 курсантов того же вуза. Применены стандартные, сертифицированные методики и аппаратно-программные комплексы:

– математический анализ variability сердечного ритма (далее ВСР), АПК «ВНС-Микро» (ООО Нейрософт, г. Иваново), в том числе с использованием авторского профессионально ориентированного модуля «Светофор адаптации» [2];

– опросник «копинг-тест Лазаруса» (разработан Р. Лазарусом и С. Фолкманом (1988), адаптирован Т.Л. Крюковой, Е.В. Куфтык, М.С. Замышляевой (2004). Авторы методики утверждают, что высокий уровень напряженности свидетельствует о выраженном предпочтении для испытуемого стратегии совладания со стрессом, в связи с чем было уделено большее внимание именно высокому уровню напряженности [4].

– психологическое тестирование по

стандартной батарее тестов «Экстрим» (АПК НС-Психотест, ООО Нейрософт).

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что наибольшее напряжение стресс-реализующей системы по показателям ВСР определяется на 3 году обучения и значимо коррелирует с объемом профессионально-ориентированных дисциплин. Установлено, что наиболее достоверными являются изменения показателей общей мощности спектра ВСР, соотношения баланса отделов вегетативной нервной системы и активности парасимпатического отдела (показатель К30/15). Предложенные параметры касаются периферического отдела вегетативного обеспечения (рис.).

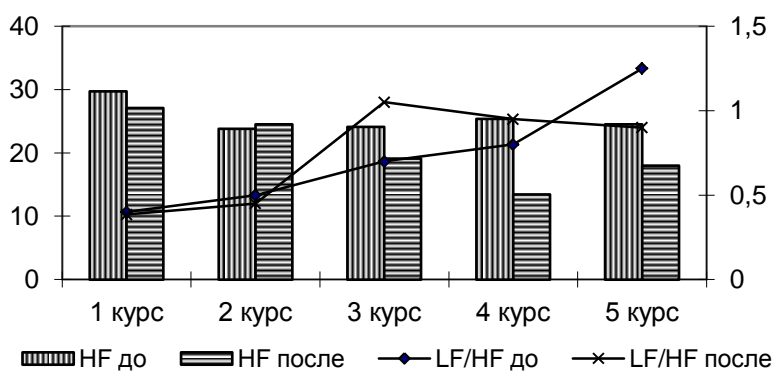


Рис. Динамика активности парасимпатического звена регуляции ВСР и соотношения с активностью вазомоторного центра под влиянием профессиональной нагрузки

Для объективной оценки эффективности тренировки профессиональной устойчивости целесообразно анализировать показатель очень низкочастотных колебаний по соотношению 50 и 100 сек-интервалов. Аналогичные исследования в практических подразделениях территориальных подсистем РСЧС позволили выделить критический период работы «на земле» – 3 – 7 лет, что согласуется с данными других авторов и доказывает адекватность разработанной методики оценки [2]. На основе разработанной медицинской технологии предложен усовершенствованный модуль – «Светофор адаптации», позволяющий дать персонализированную оценку резервов адаптации специалиста экстремального профиля.

Рассматривая эффективность совладающего поведения у курсантов вуза МЧС России, следует учитывать ряд особенностей. Очевидно, что «усредненный», общепопуляционный подход к оценке копинг-стратегий для курсантов не приемлим. Моделирование опасных факторов профессиональной среды – это условие для обучения и выработки необходимых навыков и знаний, стресс – неустраняемый элемент рабочей

обстановки. Поэтому трактовка результатов была проведена с учетом требований профессии, а копинги рассматривались как психологическая адаптация к стрессовым факторам обучения.

В целом, для большинства копинг-стратегий у курсантов ИвПСА ГПС МЧС России установлен средний уровень напряженности. Отчетливо выделялись на этом ровном, «адаптивном» фоне три социально- и профессионально значимые копинг-стратегии: «Планирование решения проблемы», «Самоконтроль» и «Положительная переоценка».

У курсантов 4 и 5 годов обучения определена высокая напряженность копинг-стратегии «Планирование решения проблемы» (до 70% обследованных в выборке с показателем 13 и выше, 50%-перцентиль на 4 и 5 курсе составил 13,0). Данный копинг для специалиста экстремального профиля в динамике обучения можно рассматривать адаптивным, т.к. для профессии пожарного он значим в части организации спасения. Его высокий уровень напряжения может свидетельствовать о значимом вовлечении в решение проблем, возникающих задач, выработки стратегии разрешения проблемы, планирования собственных действий с

учетом объективных усилий, прошлого опыта и имеющихся ресурсов. Но длительное его напряжение, ригидность могут стать дезадаптивным маркером – польза отмечена в краткосрочной перспективе и при острых стрессогенных воздействиях, в противном случае эта же стратегия может привести к чрезмерной рациональности, недостаточной эмоциональности, интуитивности и спонтанности в поведении. Таким образом, можно предположить, что эффективность данной стратегии во многом зависит именно от навыков, умений и знаний конкретного специалиста, по сути являясь ситуационной. На 3 году обучения удалось выявить обратной направленности средней силы взаимосвязь между копинг-стратегией «Планирование решения проблемы» и копингом «Положительная переоценка», что подтверждает значимость профессиональных умений и навыков: в противном случае возникающие проблемы специалист не сможет рассматривать для личностного роста, включать их в процесс саморазвития и самоусовершенствования. Таким образом, критические показатели стресс-реализующей системы на 3 году обучения усугубляются дезадаптивными комбинациями копинг-стратегий. По годам обучения у данной копинг-стратегии получены значения 12,5/10,5/12/13/13 (от 1 к 5 году обучения, соответственно).

В проведенном исследовании установлены достаточно высокие уровни напряженности (пограничные и выше) копинг-стратегии «Положительная переоценка» на всех годах обучения с максимумом на 5 курсе (12/12/11/9/13, соответственно). Такая комбинация ориентированности на надличностное, философское осмысление проблемной ситуации, включение ее в более широкий контекст работы личности над саморазвитием позволит курсанту перейти к новым условиям деятельности (от вуза к практике). С другой стороны, данная копинг-стратегия во многом определяется личностными особенностями респондента, его умением найти положительные черты в любой ситуации. Интересным представляется анализ по копинг-стратегии «Поиск социальной поддержки»: количество курсантов с высоким уровнем напряженности с 35% на 1 году обучения уменьшается до 5 % на 5 году обучения, что может свидетельствовать как о наработке механизмов общения и сотрудничества в коллективе, так и нарастающему желанию работать самостоятельно, без внешних ресурсов поддержки, без привлечения сторонних сил. На 3 курсе данная копинг-стратегия обнаружила обратной направленности средней силы взаимосвязь с копингом «Принятие ответственности», что представляет собой дезадаптивный вариант совладающего поведения.

Несмотря на определенные варианты дезадаптивных стратегий с точки зрения формирования профессионально значимых качеств у курсантов, установлены пограничные значения напряженности копинг-стратегии «Самоконтроль» на всех годах обучения (12,5/10,5/11/10,5/12, соответственно). Учитывая вышеизложенное, данный факт свидетельствует о сознательных усилиях по сохранению самообладания, уверенности и оптимизма. В когнитивной сфере происходит активация мыслительной деятельности, повышение внимания к поступающей информации, повышение внимательности и осторожности, продумывание своих слов и действий, настороженность (бдительность) к внешним сигналам. Во внешнем поведении данный тип реагирования на стресс может проявляться в стремлении сохранять четкость и последовательность действий, к сохранению контроля над ситуацией и удержанию внимания на целях деятельности на фоне повышенного эмоционального напряжения [1].

Анализируя динамику применяемых копинг-стратегий в динамике обучения и оценивая взаимосвязь отдельных копингов, представляются интересными следующие феномены:

1. На 1 курсе планирование решения проблемы осуществлялось за счет стратегии бегства, а самоконтроль за счет дистанцирования. Однозначного вывода о дезадаптивном характере полученных стратегий делать не целесообразно: резкое изменение окружающей обстановки, оторванность от привычного социального окружения, необходимость быстрого реагирования на вызовы реальности, – и вчерашний школьник использует относительно «детские» способы уменьшения стрессовой нагрузки.

2. На 3 году обучения копинг-стратегия самоконтроля происходит за счет поиска социальной поддержки. Очевидно, это связано с особенностями проведения профессионально ориентированных занятий: они проходят в группе, в составе звена, в составе команды. Поэтому новые знания и навыки формируются быстрее, часто за счет опыта «коллеги».

3. На 5 году обучения получены значимой силы обратной направленности коррелятивные взаимосвязи между противоположными копинг-стратегиями: принятие ответственности/бегство-избегание и положительная переоценка/конфронтация. Логичность такой взаимосвязи может рассматриваться как формирование адаптивного варианта совладающего поведения. При напряжении профессионально-ориентированного копинга в экстремальных ситуациях и отвлечения от принятия решений в быту.

Полученные результаты свидетельствуют о формировании достаточно устойчивых психофизиологических механизмов совладания со стрессом профессиональной подготовки в эмоциональной, когнитивной и поведенческой сферах. При этом отмечена активация всех 3 групп копинг-стратегий: воздействующих на ситуацию; на переоценку ситуации; на снятие эмоционального напряжения. В целом применяемые копинг-стратегии носят адаптивный характер. В то же время нельзя не учитывать тот факт, что при проведении исследования были

взяты группы людей разных лет поступления в учебное заведение. Поэтому и разброс количества дезадаптированных человек на каждом году обучения по выбранным копинг-стратегиям может зависеть от «внешних» причин. Необходимо в дальнейшем увеличить экспериментальную группу и обследовать курсантов в течение всех лет обучения, что нивелирует систематическую погрешность и более точно определит популяционные «особенности», характерные для курсантов образовательных учреждений МЧС России.

### **Библиография**

1. Исаева Е.Р. *Копинг-поведение и психологическая защита личности в условиях здоровья и болезни: монография* / Е.Р. Исаева. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2009. – 136 с.
2. Королева С.В., Авитисов П.В. *К вопросу применения маркеров профессиональной адаптации в оценке готовности к работе в чрезвычайной ситуации обучающихся вуза МЧС России* / С.В. Королева, П.В. Авитисов // *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*. – 2018. – № 1 (36). – С. 88-96.
3. Крюкова Т.Л. *Человек, как субъект совладающего поведения* / Т.Л. Крюкова // *Психологический журнал*. – 2008. – Т. 29. – №2. – С. 88–95.
4. Крюкова Т.Л., Куфтык Е.В. *Опросник способов совладания (адаптация методики WCQ)* / Т.Л. Крюкова, Е.В. Куфтык // *Журнал практического психолога*. – 2007. – № 3. – С. 93–112.
5. Петрова Е.А., Хазова С.А. *Ресурсы личности: проблемы и перспективы исследования* / Е.А. Петрова, С.А. Хазова // *Журнал практического психолога*. – 2010. – №2. – С. 86–103.
6. Рыбников В.Ю., Ашанина Е.Н. *Психология копинг-поведения специалистов опасных профессий: монография* / В.Ю. Рыбников, Е.Н. Ашанина. – СПб.: Политехника сервис, 2011. – 120 с.

### **References**

1. Isaeva E.R. *Koping-povedenie i psichologicheskaya zashchita lichnosti v ucloviyah zdorov'ya i bolezni: monografiya* / E.R. Isaeva. – SPb.: Izdatel'civo SPbGMU, 2009. – 136 c.
2. Koroleva S.V., Aviticov P.V. *K voprosu primeneniya markerov profecional'noj adaptacii v ocenke gotovnosti k rabote v chrezvychajnoj cituacii obuchayushchihcy vuzha MCHC Rossii* / S.V. Koroleva, P.V. Aviticov // *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanckoj zashchity*. – 2018. – № 1 (36). – С. 88-96.
3. Kryukova T.L. *CHelovek, kak sub"ekt covladayushchego povedeniya* / T.L. Kryukova // *Pcichologicheskij zhurnal*. – 2008. – Т. 29. – №2. – С. 88–95.
4. Kryukova T.L., Kuftyak E.V. *Oprocnik spocobov covladaniya (adaptaciya metodiki WCQ)* / T.L. Kryukova, E.V. Kuftyak // *ZHurnal praktičeskogo psichologa*. – 2007. – № 3. – С. 93–112.
5. Petrova E.A., Hazova S.A. *Recurcy lichnosti: problemy i percpektivy iccledovaniya* / E.A. Petrova, S.A. Hazova // *ZHurnal praktičeskogo psichologa*. – 2010. – №2. – С. 86–103.
- Rybnikov V.YU., Ashanina E.N. *Pcichologiya koping-povedeniya spcialictov opacnyh profeccij: monografiya* / V.YU. Rybnikov, E.N. Ashanina. – SPb.: Politekhnik cervic, 2011. – 120 c.

## **SOVLADAYUSHCHY BEHAVIOURAS CRITERION OF PROFESSIONALIZING OF THE EXPERT OF THE EXTREME PROFILE**

*There sult of studying possible psikh of iziologicheskikh mechanisms of professionalizing of experts of an extreme profile on the example of cadets of higher education institution of the Ministry of Emergency Situations of Russia and a role of koping-strategiya is given in it. It is established that the largest tension - the realizing system on indicators of variability of a warm rhythm cadets on the 3rd year of training have a stress, at the same time degree of tension is in interrelation with increase professionally - the focused disciplines. Restoration of reserves of functional and adaptive potential by 5th year of training happens in the new relationship reflecting process of professionalizing and increase potential a stress-ustoychivosti. It is defined that the largest tension in dynamics of training koping-strategy show «Self-checking», «Planning of a solution and «Positive reevaluation», reflecting formation of professional and significant resources of sovladayushchy behavior. The relationship of adaptive and dezadaptivny koping-strategy, significant for professionalizing, revealed on the 3rd year of training, and accepted steady, significant for the solution of tasks of mission, a form of koping-strategy to the 5th course are established.*

**Keywords:** *koping-strategy, professionalizing, cadets, Emercom of Russia.*

**Королева Светлана Валерьевна,**

*доктор медицинских наук, доцент,*

*профессор кафедры основ гражданской обороны и управления в ЧС,*

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

*Россия, г.Иваново,*

*E-mail: drqueen@mail.ru,*

**Koroleva S.V.,**

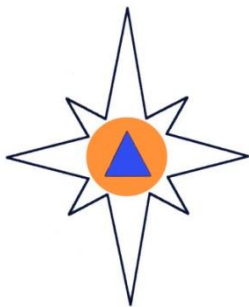
*Doctor of Medical Sciences, Associate Professor,*

*Professor of the Department of Civil Defense and Management in Emergency*

*Situations,*

*Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,*

*Russia, Ivanovo.*



## ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 504.064, 520.84

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ

*Н.Я. Дымова, Д.В. Каргашилов, Г.А. Зинченко*

*Авторами статьи рассмотрено значение технического регулирования. Предложен способ повышения качества и объективности аудита пожарной безопасности. Приведены примеры возможного несоответствия типовых технических решений, обеспечивающих соблюдение требований пожарной безопасности в крупных многофункциональных зданиях, задачам технического регулирования, сформулированным в Федеральном законе от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Рассмотрены неблагоприятные сценарии развития событий, характерные для лестничных клеток типа Н2 и их неэффективность в ряде случаев. Рассмотрена вероятность совместного срабатывания систем автоматической пожарной сигнализации и систем противодымной защиты. Предложено рассмотрение вопроса о внесении изменений в соответствующую нормативную базу, в части проектирования и разработки специальных технических условий для крупных многофункциональных зданий.*

**Ключевые слова:** *техническое регулирование, аудит пожарной безопасности, многофункциональные здания, система противопожарной защиты, технические решения, безопасная эвакуация, система подпора воздуха, специальные технические условия*

В настоящее время в общей системе обеспечения общественной безопасности пожарная безопасность занимает особое место. Предшествовало этому множество трагических событий, произошедших на различных объектах, в том числе в многофункциональных зданиях.

Многофункциональное здание – это здание, включающее в свой состав два и более функционально-планировочных компонента, взаимосвязанных друг с другом с помощью планировочных приемов. Современные торговые центры – это многофункциональные здания с огромным количеством магазинов и бутиков, офисов и конференц-залов, мест отдыха и детских площадок. С повышением уровня жизни населения и развитием сетевой розничной торговли проблема безопасности современных многофункциональных зданий вышла на основательно новый уровень. Многофункциональные здания в связи с массовым пребыванием в них людей относятся к объектам повышенной опасности. В них ежегодно происходят пожары с гибелью людей, что

свидетельствует о ненадлежащем отношении к вопросам пожарной безопасности собственников данных объектов.

Указанные здания могут включать в себя различные по классу функциональной пожарной опасности помещения, например: кинотеатры (Ф2.1), организации торговли (Ф3.1); организации общественного питания (Ф3.2); стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта (Ф5.2) и др. В большинстве случаев при разработке проектов данных зданий проектные организации сталкиваются с отсутствием норм проектирования, в связи с этим должны быть разработаны специальные технические условия (далее – СТУ), отражающие их специфику и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Ключевое значение при организации эвакуации людей из многофункциональных зданий значительной площади имеет защита от опасных факторов пожара основных путей эвакуации, прежде всего лестничных клеток.

Практически все такие здания, согласно соответствующим СТУ, оборудуются незадымляемыми лестничными клетками.

Требованиями ч. 3 ст. 40 [2] незадымляемые лестничные клетки в зависимости от способа защиты от задымления при пожаре подразделяются на следующие типы:

1) Н1 – лестничные клетки с входом на лестничную клетку с этажа через незадымляемую наружную воздушную зону по открытым переходам;

2) Н2 – лестничные клетки с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре;

3) Н3 – лестничные клетки с входом на них на каждом этаже через тамбур-шлюз, в котором постоянно или во время пожара обеспечивается подпор воздуха.

Требованиями пп. 4.4.12 и 7.1.30 [5] предусмотрено, что в зданиях высотой более 28 м, а также в зданиях класса Ф5 категорий А и Б лестничные клетки следует проектировать незадымляемыми. При этом не менее половины из них должны быть типа Н1. Это обусловлено тем, что выполнение задач по предотвращению распространения опасных факторов пожара в объем лестничных клеток именно такого типа полностью обеспечивается, даже при отказе по тем или иным причинам автоматических систем противопожарной защиты. То есть они относятся к так называемым пассивным системам.

Однако для многофункциональных центров высотой до 28 метров требования нормативных документов по пожарной безопасности о необходимости их оборудования незадымляемыми лестничными клетками, половина из которых должны быть типа Н1, отсутствуют. Поэтому проектировщики в СТУ для данных зданий из-за экономической целесообразности (меньше занимаемая полезная площадь) в подавляющем большинстве случаев предусматривают только лестничные клетки типа Н2.

Однако оборудование зданий только лестничными клетками типа Н2, эффективная работа которых зависит от правильного проектирования и работоспособности систем автоматических систем противопожарной защиты (прежде всего АПС и подпора воздуха при пожаре), несет в себе некоторую опасность. Так, при одновременном срабатывании приточной вентиляции, обеспечивающей подпор воздуха в лестничные клетки и вытяжной вентиляции, обеспечивающей удаление дыма из поэтажных коридоров или торговых помещений, может создаться проблема открывания дверей при выходе в лестничные клетки и потребоваться значительные усилия. Так, со стороны лестничной клетки на двери оказывается давление нагнетаемым в лестничную клетку воздухом, а со стороны поэтажных коридоров при работе вытяжной вентиляции происходит притягивание дверей. Соответственно путь к

спасению может быть заблокирован. Кроме того, известны случаи, когда из-за ошибок в проектировании или монтаже систем подпора воздуха избыточное давление в объем лестничных клеток типа Н2 значительно превышало допустимые 150 Па, что также приводило к невозможности открыть в нее дверь и попасть на путь эвакуации.

Кроме того, если предположить, что пожар возник на одном из нижних этажей крупного многофункционального здания и люди одновременно начинают эвакуацию в лестничную клетку типа Н2 как с этажа пожара, так и с вышележащих этажей, и соответственно в ней будут открыты все двери, то эффективность системы приточной противодымной вентиляции, защищающей эту лестничную клетку, будет значительно снижена. Из-за значительного количества посетителей и персонала на данной категории объектов, а также в связи с их значительными площадями и расстояниями от наиболее удаленной точки до лестничной клетки, эвакуация будет осуществляться достаточно долго и указанные двери будут открыты на протяжении значительного времени. Продукты горения, вследствие снижения минимально необходимого избыточного давления, могут проникнуть в объем лестничной клетки, подняться вверх и заблокировать ее. В случае же если при реализации вышеуказанного сценария, по тем или иным причинам не сработают противопожарные системы, обеспечивающие подпор воздуха в лестничную клетку типа Н2, то вероятность безопасной эвакуации людей с вышележащих этажей будет незначительной.

В этой связи на рассматриваемых объектах первоочередное значение имеет надежная работоспособность автоматических противопожарных систем. Если один из элементов системы противопожарной защиты здания не обладает требуемыми свойствами, вероятность его эффективной работы равна нулю, то и общая вероятность эффективной работы рассматриваемой системы противопожарной защиты будет равна нулю, как это принято на сегодняшний день при построении возможных сценариев развития пожара. Надежность систем автоматической пожарной сигнализации характеризуется уровнем безотказности и ремонтпригодности.

Проведенным анализом установлено, что в настоящее время при проведении расчетов по оценке пожарного риска для многофункциональных зданий (которые могли проводиться в рамках разработки проектной документации и СТУ или независимой оценки пожарного риска) в большинстве случаев эвакуация людей моделируется и ее вероятность оценивают только до выхода в незадымляемую лестничную клетку, независимо от ее типа (подразумеваемая, что люди достигли безопасной

зоны). При этом неблагоприятные сценарии развития событий, характерные для лестничных клеток типа Н2, приведенные выше, не рассматриваются и не моделируются.

Вместе с тем, в соответствии с требованиями п. 8 действующей редакции [4], в итоговую формулу определения величины индивидуального пожарного риска включается

$$K_{п.з} = 1 - (1 - K_{обн.} \cdot K_{СОУЭ}) \cdot (1 - K_{обн.} \cdot K_{ПДЗ}), \quad (1)$$

где  $K_{обн.}$  – коэффициент, учитывающий соответствие систем автоматической пожарной сигнализации установленным требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

– коэффициент, учитывающий соответствие требованиям систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

– коэффициент, предполагающий соответствие требованиям систем противодымной защиты (далее – система ПДЗ). В указанную систему входят и установки подпора воздуха в лестничные клетки типа Н2.

Согласно п. 22 [4], значение параметра  $K_{обн.}$  принимается равным 0,8, если выполняется одно из условий:

– здания оборудованы системами автоматической пожарной сигнализации (далее – системы АПС), соответствующими требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

– оборудование зданий системами автоматической пожарной сигнализации не требуется.

В других случаях  $K_{обн.}$  считается равным нулю.

Аналогично значение параметра принимается равным 0,8, если выполняется одно из условий:

– здания оборудованы системами противодымной защиты, соответствующими

коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Данный коэффициент согласно п. 13 [4] определяется по формуле:

требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

– оборудование зданий системами противодымной защиты не требуется.

В остальных случаях принимается равным нулю.

При этом в первоначальной редакции [4] и в ранее применявшихся нормативных документах в области пожарной безопасности, коэффициенты  $K_{обн.}$  назывались условной вероятностью эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации и системы противодымной защиты соответственно. Причем последний коэффициент можно было определить и исходя из данных о надежности элементов системы ПДЗ, и только при отсутствии указанных данных он принимался равным 0,8.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что при определении расчетных величин пожарного риска и сегодня следует принимать во внимание, что даже при оборудовании здания АПС и ПДЗ, которые полностью соответствуют нормативным документам, необходимо учитывать двадцатипроцентную вероятность несрабатывания каждой из них по тем или иным причинам (человеческий фактор, некачественное обслуживание, дефекты оборудования, износ элементов, запыление, физическое повреждение элементов вследствие ремонтных и других работ и т.п.).

В это же время, согласно формуле:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - K_{обн.} \cdot K_{СОУЭ}) \cdot (1 - K_{обн.} \cdot K_{ПДЗ}), \quad (1)$$

необходимая вероятность совместного срабатывания систем АПС и ПДЗ падает до 64%, поскольку  $= 0,8 * 0,8 = 0,64$ , то есть 64%.

Исходя из изложенного, эффективность незадымляемых лестничных клеток типа Н2 в ряде случаев ставится под сомнение. Тем самым не будет выполняться требование п. 4.1.3 [5], эвакуационные пути в пределах помещения не будут обеспечивать возможность безопасного движения людей через эвакуационные выходы из данных помещений и здания без учета применяемых в нем средств пожаротушения и индивидуальных средств защиты от опасных факторов пожара. Наиболее безопасный тип незадымляемой лестничной клетки, с точки зрения надежности, является незадымляемая

лестничная клетка типа Н1, т.е. лестничная клетка, не зависящая от работоспособности каких-либо инженерных систем.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ряде случаев типовые (наиболее распространенные) технические решения, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности в крупных многофункциональных центрах, могут быть не безопасны, не соответствовать задачам технического регулирования, сформулированным требованиями ст. 1 [1].

Исходя из вышеизложенного, необходимо рассмотреть вопрос о внесении изменений в соответствующую нормативную базу, предусматривающую вопросы



проектирования и разработки СТУ для крупных многофункциональных зданий высотой менее 28 м, в части закрепления требований пожарной безопасности, аналогичных изложенным в пп.4.4.12 и 7.1.30 [5]. А именно: в таких зданиях не менее половины незадымляемых лестничных клеток должны быть типа Н1.

Кроме того, при проведении надзорных мероприятий в отношении уже существующих

комплексов, где есть только лестничные клетки типа Н2, особое внимание необходимо обращать на работоспособность систем подпора воздуха в них, используя при этом методы инструментального контроля и привлекая необходимых специалистов, в частности, сотрудников исследовательских пожарных лабораторий.

#### **Библиография**

- 1 *О техническом регулировании: федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ.*
- 2 *Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.*
- 3 *Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска: постановление Правительства Российской Федерации от 07.04.2009 № 304.*
- 4 *Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС Российской Федерации от 30.06.2009 № 382.*
5. *СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.*

#### **References**

- 1 *O tekhnicheskomo regulirovanii: feder. zakon ot 27.12.2002 № 184-FZ.*
- 2 *Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: feder. zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ.*
- 3 *Ob utverzhdenii Pravil ocenki sootvetstviya ob"ektov zashchity (produkcii) ustanovlennym trebovaniyam pozharnoj bezopasnosti putem nezavisimoy ocenki pozharnogo riska: postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 07.04.2009 № 304.*
- 4 *Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i stroeniyah razlichnyh klassov funkcional'noj pozharnoj opasnosti: prikaz MCHS Rossijskoj Federacii ot 30.06.2009 № 382.*
5. *SP 1.13130.2009 Sistemy protivopozharnoj zashchity. Evakuacionnye puti i vyhody.*

## **OPTIMIZATION OF FIRE PROTECTION OF FACILITIES GIVEN THE FIRE RISK ASSESSMENT**

*The authors of the article considered the value of technical regulation. A method for improving the quality and objectivity of an audit of fire safety has been proposed. Examples of possible inconsistencies of typical technical solutions that ensure compliance with fire safety requirements in large multifunctional buildings and technical regulation tasks formulated by Federal Law No. 184-ФЗ dated December 27, 2002 «On Technical Regulation» are given. Considered unfavorable scenarios of development of events, characteristic for the H2-type staircases and their inefficiency in some cases. The probability of joint operation of automatic fire alarm systems and smoke protection systems is considered. It was proposed to consider the issue of introducing changes to the relevant regulatory framework, in terms of designing and developing special technical conditions for large multifunctional buildings.*

**Key words:** *technical regulation, fire safety audit, multifunctional buildings, fire protection system, technical solutions, safe evacuation, air suppression system, special technical conditions*

***Дымова Нелля Яковлевна,***

*старший дознаватель территориального отдела надзорной деятельности и профилактической работы по Борисоглебскому городскому округу и Поворинскому району Воронежской области,  
Главное управление МЧС России по Воронежской области,  
Россия, г. Воронеж  
dymova.nellia@yandex.ru, 89081315922,*

***Dimova N.Y.,***

*Senior investigator of the territorial Department of Supervisory activities and Preventive work on Borisoglebsky city district and Povorinsky district  
Voronezh region,  
Main Department of EMERCOM of Russia in Voronezh region,  
Russia, Voronezh*

***Каргашилов Дмитрий Валентинович,***

*кандидат технических наук, доцент,  
заместитель начальника института (по учебно-научной работе),  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
kargashil@mail.ru, 89103497039,*

***Kargashilov D.V.,***

*candidate of technical Sciences, associate Professor,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

***Зинченко Геннадий Александрович,***

*заместитель начальника отдела учебной и научной работы-  
начальник отделения методического обеспечения учебного процесса,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
zinchenkogen@mail.ru, 89103496479*

***Zinchenko G.A.,***

*Deputy head of the Department of educational and scientific work-  
head of the Department of methodological support of the educational process  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ РАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ СТОЯНКИ И ХРАНЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*О.И. Орлов, И.Р. Хасанов, Л.П. Вогман, А.В. Топоров*

*Статья посвящена разработке нового способа предотвращения распространения пожара между автомобилями с использованием распыленной воды. Описаны недостатки стандартного способа расположения оросителей, оказывающие влияние на эффективность автоматического пожаротушения в помещениях стоянки и хранения автомобильной техники. Предложена новая конструкция устройства пожаротушения для обеспечения противопожарной защиты рассматриваемых объектов.*

**Ключевые слова:** пожар, тепловой поток, автостоянка, автоматическая установка пожаротушения, распыленная вода, устройство пожаротушения.

Работа автоматических установок пожаротушения (АУП) в помещениях с наличием автомобилей зачастую позволяет только замедлить распространение пожара, но не обеспечивает его локализации и полной ликвидации. Это подтверждают исследования пожаров, произошедших в автостоянках закрытого типа [1], в результате которых зафиксированы случаи уничтожения за одно событие 5, 15 и более 30 автомобилей. Пожар в помещениях стоянки и хранения автомобилей сопровождается выделением большого количества дыма, что представляет серьезную опасность для людей, находящихся не только в помещении автостоянки, но и в других помещениях здания, в котором она располагается. Кроме прямого материального ущерба от сгоревших автомобилей, значительно увеличивается сумма косвенного ущерба за счет оседания сажи на дорогостоящие элементы отделки помещений и предметы интерьера.

Тушение пожаров распыленной водой, подаваемой АУП в помещениях стоянки и хранения автомобилей, осложняется наличием в них большого количества пожарной нагрузки в замкнутом объеме, небольших (0,3 – 0,8 м) расстояний между транспортными средствами, горючих материалов в местах, закрытых от прямого воздействия распыленной воды (подкапотное пространство, колесные арки, остекление кабин и др.). В этих условиях локализация пожара может быть достигнута путем экранирования теплового потока от горящего объекта распыленной водой.

В связи с этим исследования эффективности автоматического пожаротушения распыленной водой и разработка новых научно обоснованных способов ограничения распространения пожара в помещениях стоянки и хранения автомобилей являются актуальными задачами для обеспечения их пожарной

безопасности.

### **Требования к автоматическому тушению пожаров распыленной водой в помещениях автостоянок**

В настоящей работе рассматриваются помещения наземных автостоянок закрытого типа и подземных автостоянок [2].

Для тушения автомобилей на рассматриваемых объектах при удельной пожарной нагрузке от 181 до 1400 МДж/м<sup>2</sup> параметры пожаротушения должны быть следующими [3]: интенсивность орошения защищаемой площади не менее, чем от 0,12 до 0,18 л/(с·м<sup>2</sup>); расход не менее 30 л/с; минимальная расчетная площадь орошения спринклерной автоматической установкой пожаротушения не менее 120 м<sup>2</sup>; продолжительность подачи воды не менее 60 мин; максимальное расстояние между оросителями 4 м (для спринклерных АУП, АУП с принудительным пуском, спринклерно-дренчерных АУП).

При проектировании АУП на автостоянках расчет параметров их работы проводится в соответствии с действующими нормативными документами [2, 4 – 5]. Особенности проектирования водяных автоматических установок пожаротушения изложены в [6]. Однако указанные нормативные документы не учитывают индивидуальные пожароопасные свойства и конструктивное исполнение объектов горючей нагрузки (например, особенности конструкции автомобилей), а также их расположение по площади помещения, оказывающих непосредственное влияние на процесс развития и распространения пожара, а также на время и эффективность тушения распыленной водой. Параметры установок пожаротушения определяются в соответствии с общепринятой градацией помещений, что приводит к неоднозначности выбора интенсивности тушения.

Это может привести к необоснованному перерасходу воды или, в противном случае, к снижению эффективности пожаротушения и, как следствие, снижению уровня безопасности людей, увеличению материального ущерба.

Для успешного тушения пожара распыленной водой на данных объектах способ тушения должен покрывать сразу всю площадь горения, равномерно распределять поток распыленной воды по площади орошения, обеспечивать оптимальную интенсивность подачи распыленной воды на единицу площади горения и обеспечивать оптимальный средний размер капель (требуемую степень дисперсности).

#### **Проблемы применения распыленной воды при тушении пожаров**

К распыленному потоку огнетушащего вещества относится поток жидкого огнетушащего вещества со среднеарифметическим диаметром капель более 150 мкм. Тонкораспыленным называют капельный поток огнетушащего вещества со среднеарифметическим диаметром капель 150 мкм и менее [3]. В справочнике [7] приведено определение воды аэрозольного распыла как потока капель средним диаметром 50 мкм и менее. Стандарт NFPA-750 (США) [8] подразделяет тонкораспыленную воду на три класса: 100 – 200; 200 – 400; 400 – 1000 мкм. В работе [9] распыленность классифицируется на тонкую дисперсность (размер капель 10 – 100 мкм); среднюю (100 – 1000 мкм, которая подразделяется на тонко-среднее и грубо-среднее распыление); грубую (1000 – 6000 мкм). В работах о распыленной воде также употребляются иные формулировки: «ультрадисперсная вода», «водяной туман», «водная пыль», «мелкодисперсный поток воды», «газоводянная смесь», «переувлажненный воздух» и т.д.

Распыленная вода значительно повышает интенсивность теплопоглощения пожара за счет увеличения площади поверхности контакта мелких капель с источником высокой температуры [10]. Чем меньше диаметр капель, тем интенсивнее происходит парообразование воды и охлаждение очага пожара. Вместе с тем для повышения эффективности распыленной воды необходимо с уменьшением диаметра капель повышать их кинетическую энергию, которая необходима для преодоления конвективных потоков пламени.

Ориентировочные скорости оседания капель составляют согласно [11] для диаметра 0,1 мкм –  $8,6 \cdot 10^{-5}$  см/с, 1 мкм –  $3,5 \cdot 10^{-3}$  см/с; 10 мкм – 0,1 см/с; 20 мкм – 2,2 см/с; 100 мкм – 25 см/с. Эти значения поясняют, почему в ряде работ капли менее 100 мкм считаются неэффективными, но благодаря своей малой массе они подчиняются движениям окружающей среды, в особенности – своеобразной форме диффузии – движению Броуна и эжектируются с воздухом в очаг пожара.

В работе [12] рассмотрены условия доставки капель в пламя и механизм тушения пламени. Проникающая способность распыленной воды определяется напором струи капель, размером и скоростью движения капель, сопротивлением пламени (напор пламени). Напор пламени не зависит от природы горючего вещества и характеризуется подъемной силой конвективных потоков, генерируемых пламенем, которые пропорциональны высоте пламени.

Проникающая способность убывает с уменьшением напора струи и размера капель. При диаметре капель 800 мкм и выше проникающая способность не зависит от напора капель. В то же время по мере уменьшения размера капель коэффициент полезного использования воды повышается. По мнению автора [12], оптимальный размер капель составляет 300 – 800 мкм и зависит от напора распыленной воды при значениях  $6 \cdot 10^{-4}$  –  $26 \cdot 10^{-4}$  МПа.

Вышеописанные исследования подтверждают необходимость разработки новых способов пожаротушения на основе применения распыленной воды, позволяющих повысить эффективность пожаротушения сложносоставной горючей нагрузки (например, транспортных средств) путем доставки капель малого диаметра в очаг горения.

#### **Описание альтернативного способа автоматического пожаротушения распыленной водой**

Для повышения экранирующей способности распыла воды и эффективности пожаротушения путем доставки капель малого диаметра в очаг горения предлагается альтернативный способ пожаротушения в помещениях стоянки и хранения автомобилей.

Способ заключается в подаче под давлением распыленной воды на очаг горения с уровня пола и направлением распыла вверх по вертикали.

При традиционной установке оросителя (с направлением потока воды вниз по вертикали) во время его работы снижение значений теплового излучения от очага пожара происходит во время движения потока распыленной воды навстречу тепловому потоку. Эти потоки смешиваются между собой с дополнительным притоком воздуха, образуя значительную область турбулентного режима.

При установке оросителя с расположением на уровне пола во время его работы движение теплового потока от очага пожара и потока распыленной воды происходит в одном направлении – вверх. В результате движения двух потоков в одном направлении область турбулентного режима смещается вверх по вертикали от уровня пола, если сравнить с традиционной установкой оросителя наверху.

Получены результаты, подтверждающие уменьшение плотности теплового потока при

установке оросителя с расположением на уровне пола [13].

В результате экспериментов было зафиксировано значительное снижение плотности теплового потока при использовании оросителей, формирующих распыл огнетушащих веществ в виде факела конусообразной формы с корневым углом распыла не более 58 град. и среднеарифметическим диаметром капель в диапазоне 280 – 1340 мкм: на 44,6 % при давлении 0,4 МПа; на 48,4 % при давлении 0,6 МПа; на 48,5 % при давлении 0,8 МПа.

Таким образом, за счет расположения оросителя на уровне пола на ~50 % снижается воздействие теплового потока от горящего автомобиля на соседние транспортные средства и большая часть объема воды попадает непосредственно в салон автомобиля через разрушенное остекление, при этом уменьшается тепловое воздействие на окружающие изделия и предметы, а также влияние продуктов горения на человека, увеличивая время безопасной эвакуации людей.

Предлагаемый способ подачи огнетушащих веществ из дренчерных оросителей АУП, даже при небольших расстояниях между объектами горючей нагрузки помещения (0,3-0,8 м), позволяет значительно снизить плотность теплового потока, чем способствует предотвращению развития пожара.

При подаче распыленной воды с уровня пола реализуется способ пожаротушения локально по объему. Между автомобилями через несколько секунд после срабатывания АУП формируется плотная мелкодисперсная водная среда, которая препятствует распространению тепла в горизонтальном направлении. Распыленная вода попадает в подкапотное пространство через радиаторную решетку и конструкционные отверстия, в колесные арки, в салон автомобиля при разрушенном остеклении и др.

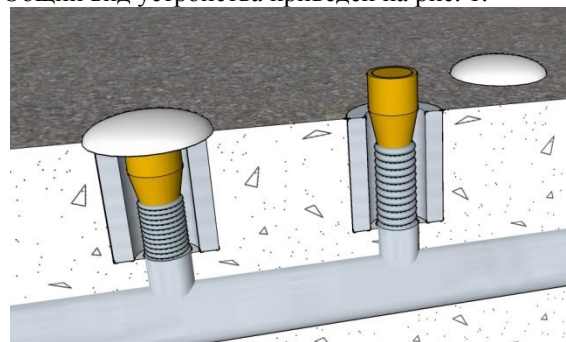
Также при направлении потока распыленной воды вверх повышается эффективность использования ее экранирующих свойств. Воздействие на лучистый тепловой поток происходит как при движении капли вверх, так и при ее свободном падении. Это способствует экономии огнетушащего вещества.

Для реализации предложенного способа пожаротушения разработано устройство, позволяющее предотвратить засорение выходных отверстий дренчерных оросителей, обеспечить их нормальную эксплуатацию, а также в случае срабатывания при пожаре обеспечить свободный проход по покрытию пола и безопасность пожарных подразделений при тушении.

#### **Конструкция и принцип работы устройства пожаротушения**

Устройство состоит из трубопровода с дренчерными оросителями, трубопровод с

оросителями размещены под поверхностью пола, каждый ороситель содержит цилиндрический корпус, верхний торец которого размещен заподлицо с поверхностью пола, в корпусе установлен сильфон, соединенный своими торцами через патрубок с трубопроводом и с распылителем, так что распылитель поднимается выше уровня пола при растяжении сильфона под действием давления воды, при этом распылитель снабжен направляющим кольцом, а корпус на внутренней поверхности имеет кольцевой выступ, при этом корпус снабжен съемной крышкой, внешняя поверхность которой скруглена. Съемная крышка выполнена из полиамида. Общий вид устройства приведен на рис. 1.



**Рис.1.** Общий вид устройства пожаротушения для оснащения помещений хранения и стоянки автомобилей

Устройство пожаротушения для оснащения помещений хранения и стоянки автомобилей (рис.2) состоит из трубопровода 1 с дренчерными оросителями 2. Трубопровод 1 и оросители 2 размещены под поверхностью пола 3. Каждый ороситель 2 содержит цилиндрический корпус 4, верхний торец которого размещен заподлицо с поверхностью пола 3. В корпусе 4 установлен сильфон 5. Сильфон 5 соединен одним из своих торцов через патрубок 6 с трубопроводом 1, а вторым с распылителем 7. При растяжении сильфона 5 под действием давления воды распылитель 7 поднимается выше уровня пола 3. Распылитель 7 снабжен направляющим кольцом 8, а корпус 4 на внутренней поверхности имеет кольцевой выступ 9. При растяжении сильфона 5 под действием давления воды направляющее кольцо 8 взаимодействует с кольцевым выступом 9, обеспечивая фиксацию распылителя 7. Корпус 4 снабжен съемной крышкой 10, внешняя поверхность которой скруглена, чтобы не препятствовать движению по ней автомобилей и пешеходов. Съемная крышка 10 выполнена из полиамида, способного воспринимать без разрушения нагрузку, например, от колес автомобиля. Съемная крышка 10 служит для предотвращения попадания загрязнений в корпус 4 и защиты распылителя 7 от механических воздействий.

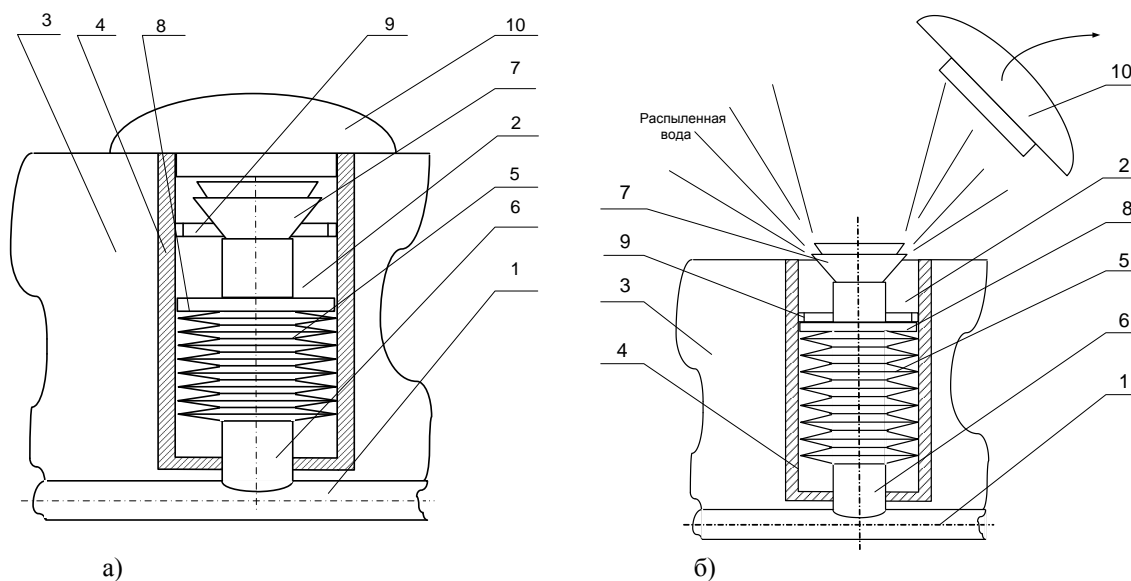


Рис. 2. Устройство пожаротушения для оснащения помещений хранения и стоянки автомобилей:  
а) в дежурном режиме; б) в рабочем режиме

Устройство пожаротушения для оснащения помещений хранения и стоянки автомобилей работает следующим образом. В дежурном режиме в трубопроводе 1 вода отсутствует. Сиффон 5 сжат (рис. 2а), распылитель 7 находится внутри корпуса 4, который сверху закрыт крышкой 10. Таким образом, обеспечивается свободное перемещение автомобилей и пешеходов по поверхности пола и предотвращается попадание загрязнений внутрь корпуса 4.

При возникновении пожара и включении системы пожарного водоснабжения в трубопровод 1 подается вода обычно под давлением 800 – 2400 КПа. Под действием давления воды сиффон 5 растягивается и перемещает распылитель 7 вверх, выталкивая съемную крышку 10 из корпуса 4. Под действием давления воды распылитель 7 поднимается вверх до тех пор, пока направляющее кольцо 8 не упрется в кольцевой выступ 9. Съемная крышка 10 выталкивается из корпуса 4 вверх, обеспечивая распыление воды из распылителя 7 (рис. 2б) в направлении снизу вверх. Кольцевой выступ 9 размещен в корпусе 4 таким образом, чтобы в рабочем состоянии распылитель 7 находился выше уровня пола 3, обеспечивая распыление воды.

Во время тушения пожара при распылении воды снизу вверх движение теплового потока от очага пожара и потока распыленной воды происходит в одном направлении – вверх. В результате движения двух потоков в одном направлении область турбулентного режима смещается вверх по вертикали от уровня пола, если сравнивать с традиционной установкой оросителя сверху. При таком расположении оросителя 2 капли воды, находящиеся в распыленном состоянии, оказывают двойное воздействие на тепловой поток, излучаемый горящим телом: при движении вверх и при движении вниз.

По окончании тушения пожара подачу воды в трубопровод 1 прекращают нажатием на распылитель 7, сиффон 5 переводят в сжатое положение, съемную крышку 10 устанавливают

на корпус 4.

Существующие требования к проектированию АУП на объектах защиты, имеющих в своем составе помещения стоянки и хранения автомобилей, недостаточны для предотвращения распространения пожара между транспортными средствами.

При расположении оросителей в припотолочном пространстве существует ряд факторов, препятствующих своевременной локализации и ликвидации пожара.

Во-первых, отсутствует возможность доставки капель воды в очаг пожара (салон автомобиля, подкапотное пространство, колесные арки и пр.). Основная масса распыленной воды попадает на кузов автомобиля, не достигая очага. Кроме этого, при расположении оросителей на высоте помещения попадание капель воды в очаг пожара препятствуют восходящие конвективные потоки.

Во-вторых, экспериментально доказано, что поток распыленной воды, подаваемой оросителями с высоты помещения за счет эжектируемого воздуха, может привести к увеличению интенсивности горения автомобиля и, как следствие, к увеличению теплового потока, воздействующего на рядом стоящие автомобили.

На основании вышеизложенного в настоящей работе предложен способ и конструкция устройства для предотвращения распространения пожара между автомобилями за счет подачи распыленной воды с уровня пола помещения с использованием дренажных центробежных распылителей, формирующих распыл в виде факела конусообразной формы и его направлением вверх.

Реализация данного технического решения позволит значительно снизить плотность теплового потока (примерно на 50%) от горящего объекта, а также повысить эффективность пожаротушения сложносоставной горючей нагрузки (например, транспортных средств) путем доставки капель малого диаметра в очаг горения.

**Библиография**

1. Орлов О.И. Особенности пожаров в автостоянках закрытого типа. Математическая модель воспламенения материалов автомобиля под воздействием теплового потока в условиях экранирующего воздействия распыленной воды / О.И. Орлов // Пожарная безопасность. – 2018. – №1. – С. 55-63.
2. СП 113.13330.2012 «Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\*».
3. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
4. ГОСТ Р 51043-2002 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. ГОСТ Р 53288-2009 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Модульные установки пожаротушения тонкораспыленной водой автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.
6. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения: Учебно-методическое пособие / Л.М. Мешман, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В. Алешин, Р.Ю. Губин.: под общ. ред. Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2002. – 413 с.
7. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ, изд. в 2 книгах; кн. 1/ Ч. 1. – М., 2004. – 713 с.
8. NFPA 750. (National Fire Protection Association США) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.
9. Шрайбер Г., Порет П. Огнетушащие средства. Химико-физические процессы при горении и тушении [пер. с нем]. – М.: Стройиздат, 1975. – 240 с.
10. Гергель В.И., Цариченко С.Г., Поляков Д.В. Пожаротушение тонкораспыленной водой установками высокого давления оперативного применения / В.И. Гергель, С.Г. Цариченко, Д.В. Поляков // Пожарная безопасность. – №2. – 2006. – С. 125-131.
11. Попов С.М. Исследование эффективности тушения модельного очага пожара вязких нефтепродуктов потоком переувлажненного воздуха // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2007. – 139 с.
12. Rosbash D.J. Fire Res. Abstr. Rev. – 1962. – №4.
13. Орлов О.И., Вогман Л.П., Горшков В.И., Костерин И.В. Способ ограничения распространения пожара между автомобилями в закрытых автостоянках / О.И. Орлов, Л.П. Вогман, В.И. Горшков, И.В. Костерин // Пожарная безопасность. – 2013. – №4. – С. 54-62.

**References**

1. Orlov O.I. Osobennosti pozharov v avtostoyankah zakrytogo tipa. Matematicheskaya model' vosplamneniya materialov avtomobilya pod vozdeystviem teplovogo potoka v usloviyah ehkraniruyushchego vozdeystviya raspylennoj vody / O.I. Orlov // Pozharnaya bezopasnost'. – 2018. – №1. – S. 55-63.
2. SP 113.13330.2012 «Stoyanki avtomobilej. Aktualizirovannaya redakciya SNIP 21-02-99\*».
3. SP 5.13130.2009 Sistemy protivopozharnoj zashchity. Ustanovki pozharnoj signalizacii i pozharotusheniya avtomaticheskie. Normy i pravila proektirovaniya.
4. GOST R 51043-2002 Ustanovki vodyanogo i pennogo pozharotusheniya avtomaticheskie. Orositeli. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy.
5. GOST R 53288-2009 Ustanovki vodyanogo i pennogo pozharotusheniya avtomaticheskie. Modul'nye ustanovki pozharotusheniya tonkoraspylennoj vodoj avtomaticheskie. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy.
6. Proektirovanie vodyanyh i pennyh avtomaticheskikh ustanovok pozharotusheniya: Uchebno-metodicheskoe posobie / L.M. Meshman, S.G. Carichenko, V.A. Bylinkin, V.V. Aleshin, R.YU. Gubin.: pod obshch. red. N.P. Kopylova. – M.: VNIPO, 2002. – 413 s.
7. Korol'chenko A.YA., Korol'chenko D.A. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ih tusheniya: Sprav, izd. v 2 knigah; kn. 1/ CH. 1. – M., 2004. – 713 s.
8. NFPA 750. (National Fire Protection Association SSHA) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.
9. SHrajber G., Poret P. Ognetchashchie sredstva. Himiko-fizicheskie processy pri gorenii i tushenii [per. s nem]. – M.: Strojizdat, 1975. – 240 s.
10. Gergel' V.I., Carichenko S.G., Polyakov D.V. Pozharotushenie tonkoraspylennoj vodoj ustanovkami vysokogo davleniya operativnogo primeneniya / V.I. Gergel', S.G. Carichenko, D.V. Polyakov // Pozharnaya bezopasnost'. – №2. – 2006. – S. 125-131.
11. Popov S.M. Issledovanie ehffektivnosti tusheniya model'nogo ochaga pozhara vyazkih nefteproduktov potokom pereuvlazhennogo vozduha // Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Sankt-Peterburg.: Sankt-Peterburgskij universitet GPS MCHS Rossii, 2007. – 139 s.
12. Rosbash D.J. Fire Res. Abstr. Rev. – 1962. – №4.
13. Orlov O.I., Vogman L.P., Gorshkov V.I., Kosterin I.V. Sposob ograniчениya rasprostraneniya pozhara mezhdru avtomobilyami v zakrytyh avtostoyankah / O.I. Orlov, L.P. Vogman, V.I. Gorshkov, I.V. Kosterin // Pozharnaya bezopasnost'. – 2013. – №4. – S. 54-62.

## **DEVICE FOR AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING BY WATER SPRAY IN THE SPACES FOR PARKING AND STORAGE OF CARS**

*The article is devoted to the development of a new method to prevent the spread of fire between cars using water sprays. The disadvantages of the standard method of location of sprinklers, which affect the efficiency of automatic fire extinguishing in spaces for parking and storage of cars are described in the article. A new design of a fire extinguishing device to provide fire protection for the considered object is proposed.*

**Keywords:** *fire, heat flow, car parking, automatic fire fighting system, sprayed water, fire extinguishing device.*

**Орлов Олег Иванович,**

*начальник экспертно-консалтингового отдела,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
Тел. 89038787527,  
e-mail: orlov.iigps@gmail.com.*

**Orlov O.I.,**

*Head of Expert Consulting Department,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Хасанов Ирек Равильевич,**

*главный научный сотрудник, доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
научно-исследовательский центр нормативно-технических проблем пожарной безопасности  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России,  
Россия, г. Балашиха,  
Тел. 89161808856,  
e-mail: irhas@rambler.ru,*

**Khasanov I.R.,**

*Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Research Center for Regulatory and Technical Problems of Fire Safety,  
FGBU VNIPO EMERCOM of Russia,  
Russia, Balashikha.*

**Возман Леонид Петрович,**

*главный научный сотрудник, доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
научно-исследовательский центр нормативно-технических проблем пожарной безопасности,  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России,  
Россия, г. Балашиха,  
Тел. 89035214886, e-mail: vniipo-3.5.3@mail.ru,*

**Vogman L.P.,**

*Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Research Center for Regulatory and Technical Problems of Fire Safety,  
FGBU VNIPO EMERCOM of Russia,  
Russia, Balashikha.*

**Топоров Алексей Валериевич,**

*доцент кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе УНК  
«Пожаротушение»),  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
Тел. 89206783590, e-mail: ironaxe@mail.ru,*

**Toporov A.V.,**

*Associate Professor, Department of Mechanics, Repair and Machine Parts (as part of  
the «Fire Extinguishing» ESC),  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*



## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И АСПИРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Е.В. Романюк, Д.В. Каргашилов, А.В. Федоров, Б.Г. Кахужев*

*В статье обосновывается необходимость использования огнепреградителей, фильтров и утилизаторов паров в системах вентиляции производств, в которых обращаются горючие пыли и аэрозоли. Рассматриваются новые устройства ИПК 1.0 и ИПК 1.1, выполняющие функции пламяпреградителя, конденсатора, утилизатора аэрозолей. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению гидравлического сопротивления устройств, их технических характеристик (времени прогорания, количества секций, форсунок, времени промывания для различных растворителей). Приведена схема экспериментального стенда для оценки времени прогорания устройства, выполняющего функции огнепреградителя.*

**Ключевые слова:** вентиляция, аспирация, пыль, аэрозоль, растворитель, пламяпреградитель, огнепреградитель, фильтр, конденсатор.

Технологические операции, связанные с обращением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, являются одними из самых пожароопасных на производствах различного профиля. Для данных операций обязательным требованием является оснащение системами вентиляции, которые при отсутствии специальных мероприятий и технических устройств, могут стать путями распространения пожара и способствовать переходу огня от одного помещения к другому. Устройство вентиляции для паров и аспирации для пылей является комплексной задачей по выполнению требований охраны труда, экологии и пожарной безопасности.

Для предотвращения распространения пожара в системах вентиляции используют огнепреградители и искрогасители. Огнепреградители монтируются в оборудовании, где существует опасность возникновения взрыва и пожара: на газопроводах, на резервуарах с горючими материалами, в системах вентиляции и аспирации [1, 2]. На производстве используются устройства типа ПП-50, ПП-100, ПП-500, жидкостные огнепреградители ПОЖ-80, огнепреградители ОП-50 (АА) и ОП-100 (АА). Существует множество патентных разработок, однако большинство представленных конструкций представляют собой корпус с заключенным внутри него мелкокачественным элементом. Такая структура способствует повышению аэродинамического сопротивления в системах вентиляции. В связи с этим основным требованием к новому устройству является его низкое гидравлическое сопротивление, простота и длительный срок службы.

Недостатком установки огнепреградителей в вентиляции покрасочных цехов является затрудненность прохождения газо-

паровоздушного потока через мелкокачественную металлическую сетку, которая является пламяпреградительным элементом. Газо-паровоздушный поток «глушится» мелкокачественными структурами и может образовывать взрывоопасную концентрацию, что будет благоприятным условием для развития и распространения пожара. Для того чтобы преодолеть этот недостаток, требуется выполнить дополнительные инженерные работы по установке вентиляторов для повышения тяги газо-паровоздушного потока. Это влечет дополнительные затраты на установку и эксплуатацию, повышенное энергопотребление.

Вышеизложенное делает актуальным разработку комбинированного устройства, которое могло бы удалять из потока опасные примеси и загрязнения, утилизировать пары, охлаждать поток и препятствовать распространению пламени при возникновении пожара в вентиляционной системе при оптимальном режиме работы тягодутьевого устройства.

Для решения этой задачи был разработан ИПК 1.0 [3], предназначенный для предупреждения распространения пожара в производственных коммуникациях, технологических процессах, улавливания паров растворителей в системах вентиляции, улавливания аэрозольных частиц в системах вентиляции лакокрасочных цехов. Устройство ИПК 1.0 (рис. 1) представляет собой металлический корпус с боковыми патрубками входа и выхода газовой воздушного потока, чередующимися секциями вертикальных и змеевиковых металлических трубок, заполненных хладагентом, трубкой, присоединенной к секциям для подачи хладагента, металлической емкостью в верхней части аппарата с патрубком для

удаления отработанного хладагента, горизонтально установленной мелкоячеистой решеткой в нижней части корпуса для улавливания твердых частиц и патрубком для отвода конденсата паров растворителей.

Устройство ИПК 1.0 работает следующим образом. Паровоздушный поток через входной патрубок 9 попадает в систему секций вертикальных 8 и змеевиковых 5 трубок, где пары растворителя охлаждаются за счет хладагента, конденсируются и через мелкоячеистую металлическую решетку 7 выходят из аппарата через патрубок 6, могут собираться в специальных емкостях, утилизироваться или использоваться повторно. Очищенный воздушный поток через выходной патрубок 3 выходит из устройства и продолжает перемещаться по системе вентиляции. Охлаждение обеспечивается с помощью циркулирующего в системах трубок 5 и 8

хладагента, который заливается через трубку 4 и удаляется через патрубок 1 аппарата.

В случае возникновения пожара искры и пламя вместе с газовым потоком через входной патрубок 9 попадают в систему секций вертикальных 8 и змеевиковых 5 трубок, за счет охлаждения и соударения с трубками гасятся и падают вниз, задерживаясь на мелкоячеистой сетке. Для увеличения срока эксплуатации устройства и улучшения эксплуатационных характеристик было предложено оптимизировать устройство ИПК 1.0 путем монтажа в нем распылительных форсунок для промывания трубок [4] – получили устройство ИПК 1.1 – рис. 1б.

В устройстве ИПК 1.1 при забивании межтрубного пространства на форсунки 8 под высоким давлением подается растворитель, который растворяет осадок на трубках и стекает вниз, откуда потом удаляется через патрубок 10.

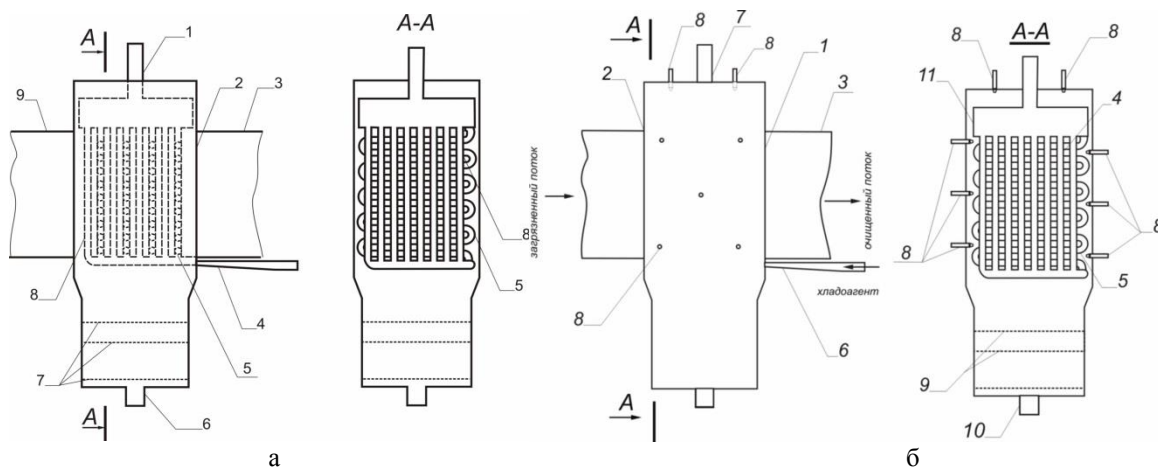


Рис 1. Схема устройства ИПК: а – ИПК 1.0; б – ИПК-1.1:

а: 1 – трубка для отвода хладагента; 2 - прямоугольный корпус; 3 – выходной патрубок; 4 – трубка для ввода хладагента; 5 – система секций змеевиковых трубок; 6 – трубка для отвода конденсата; 7 – мелкоячеистая металлическая решетка; 8 – система секций вертикальных трубок; 9 – входной патрубок;

б: 1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – секция вертикальных трубок; 5 – секция змеевиковых трубок; 6 – патрубок для ввода хладагента; 7 – патрубок для вывода хладагента; 8 – форсунки распыления; 9 – решетки; 10 – патрубок для отвода растворителя и аэрозоля;

11 – емкость соединения трубок конденсатора

При оценке работы устройства были выбраны параметры:

– общий перепад давлений на устройстве;

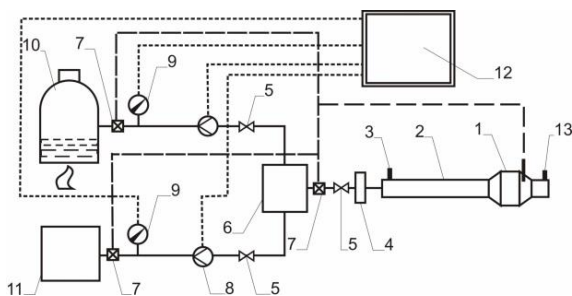
– способность локализовать пламя;

– концентрация паров растворителя в системе вентиляции после устройства.

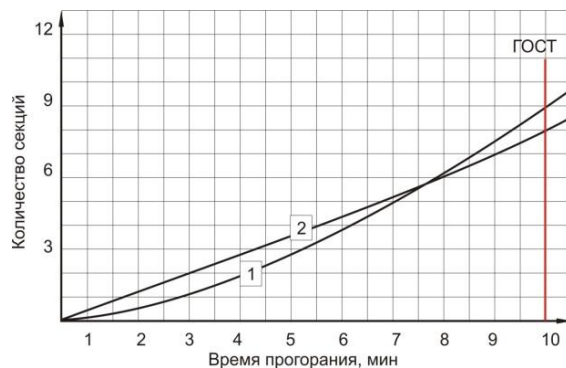
Способность локализовать и некоторое время удерживать пламя проверяли с помощью

установки, представленной на рис. 2. Экспериментальный стенд был создан по [1], адаптирован и модернизирован в соответствии с методикой [2].

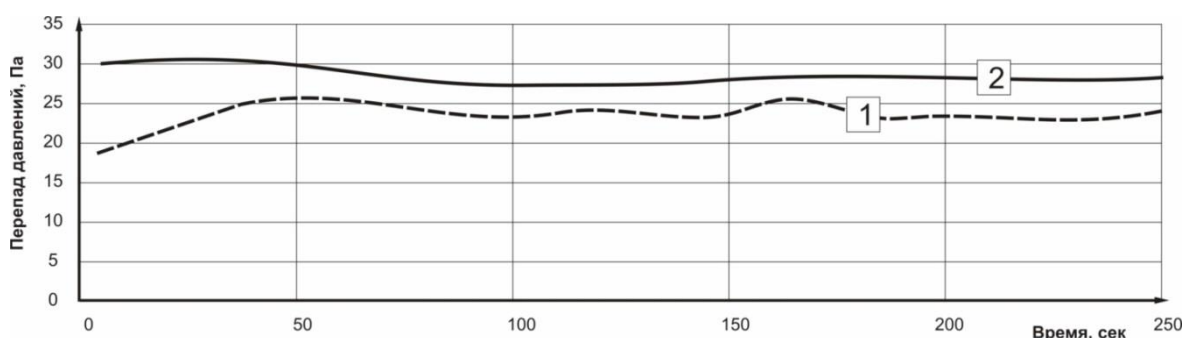
Результаты испытаний по определению времени прогорания, а также сопротивления, которое оказывает устройство в системе, представлены на рис. 3 и 4.



**Рис. 2.** Схема стэнда для определения времени прогорания: 1 - испытуемое устройство; 2 - детонационная труба; 3 - термопара; 4 - огнепреградитель; 5 - ручной выключатель; 6 - смесительная камера; 7 - отсекающий; 8 - расходомер; 9 - датчик давления; 10 - емкость с растворителем; 11 - воздуходувка; 12 - ПК; 13 - термопара



**Рис. 3.** Результаты испытаний на время прогорания: 1 - S=1; 2 - S=1,6.



**Рис. 4.** Зависимость общего перепада давлений на участке трубопровода от времени замеров; 1 – без ИПК 1.0; - с ИПК 1.0.

Для устройства ИПК 1.1 были проведены исследования регенерации устройства, задачами которых было определить: вид форсунки; количество форсунок; время омыwania (регенерации) ИПК; время регенерации в зависимости от времени работы устройства.

Результаты экспериментов представлены в виде графических зависимостей на рис. 5.

Как видно на графиках, оптимальной является форсунка с полноконусным распылением, так как с ней промывание происходит быстрее всего. Данные форсунки использовались для дальнейших экспериментов. Оптимальной принята установка 5 форсунок в боковые стенки и 4 – в верхнюю.

Для установленных форсунок является оптимальной промывка в течение 15 минут.

Невысокий перепад давлений на устройстве ИПК связан, по мнению авторов, с обтекаемой формой трубок в секциях огнепреградителя, поэтому повышение энергозатрат на эксплуатацию устройства будет незначительным.

Предложенные схемы ИПК могут быть использованы для конкретного процесса с учетом специфики технологического процесса. Использование ИПК 1.1 позволяет проводить комбинированную защиту от возможных источников зажигания и продуктов горения, повысить надежность работы, осуществлять улавливание аэрозольных частиц при относительно низком аэродинамическом сопротивлении устройства и эффективно регенерировать устройство.

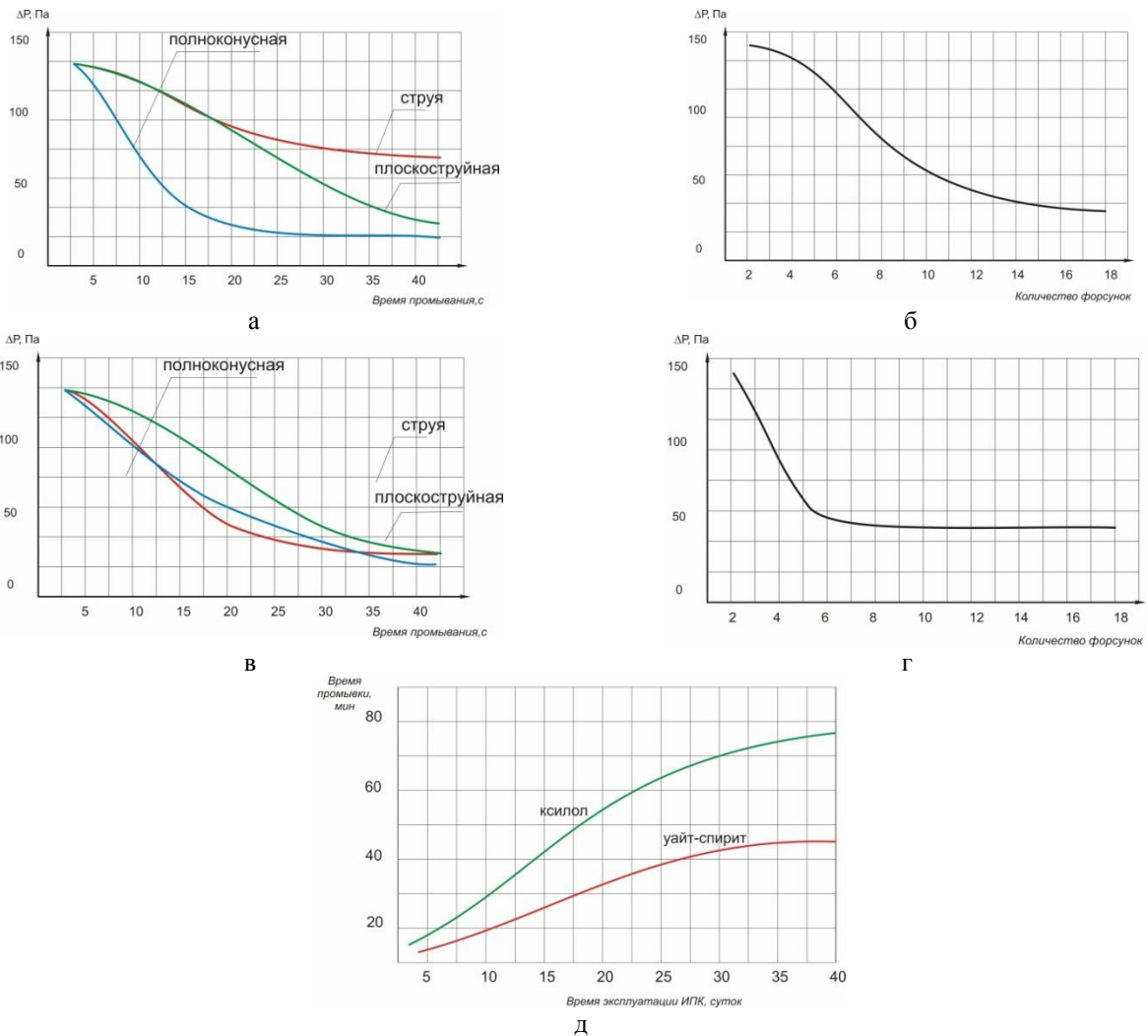


Рис. 5. Результаты экспериментальных исследований ИПК 1.1:

- а – зависимости общего перепада давлений от времени промывания для различных форсунок для ксилола;
- б – зависимость перепада давлений от количества форсунок для промывания для ксилола;
- в – зависимости общего перепада давлений от времени промывания для различных форсунок для ксилола;
- г – зависимость перепада давлений от количества форсунок для промывания для уайт-спирита;
- д – зависимости времени промывания от времени эксплуатации

### Библиография

1. Стрижевский И.И., Заказнов В.Ф. Промышленные огнепреградители / И.И. Стрижевский, В.Ф. Заказнов. – Москва, Химия. – 1984. – 264 с.
2. ГОСТ Р 53323-2009 Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний, 2009 год.
3. Патент на изобретение № 2597535. Искрогаситель, пламягаситель, конденсатор (ИПК 1.0) / Л.А. Морозов, Е.В. Романюк, Д.В. Каргашилов. – № 2014150378/12; заявл. 11.12.2014; опубл. 10.07.2016. – Бюл. № 25. – 2 с.
4. Патент на изобретение № 2657692. Искрогаситель, пламепреградитель, конденсатор с форсунками для регенерации (ИПК 1.1) / Е.В. Романюк, А.М. Гаврилов, Д.В. Каргашилов, А.Н. Шуткин, А.В. Калач, Д.И. Мирошниченко. – № 2657692; заявл. 22.11.2016; опубл. 14.06.2018. – Бюл. № 17.

### References

1. Strizhevskij I.I., Zakaznov V.F. Promyshlennye ognepregraditeli / I.I. Strizhevskij, V.F. Zakaznov. – Moskva, Himiya. – 1984. – 264 s.
2. GOST R 53323-2009 Ognepregraditeli i iskrogasiteli. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy, 2009 god.
3. Patent na izobretenie № 2597535. Iskrogasitel', plamyagasitel', kondensator (IPK 1.0) / L.A. Morozov, E.V. Romanyuk, D.V. Kargashilov. – № 2014150378/12; zayavl. 11.12.2014; opubl. 10.07.2016. – Byul. № 25. – 2 s.
4. Patent na izobretenie № 2657692. Iskrogasitel', plamepregraditel', kondensator s forsunkami dlya regeneracii (IPK 1.1) / E.V. Romanyuk, A.M. Gavrilov, D.V. Kargashilov, A.N. SHutkin, A.V. Kalach, D.I. Miroshnichenko. – № 2657692; zayavl. 22.11.2016; opubl. 14.06.2018. – Byul. № 17.

## **THE FIRE'S SPREAD PREVENTION IN VENTILATION AND ASPIRATION SYSTEMS OF INDUSTRIAL PREMISES**

*The article substantiates the need for the use of fire barriers in ventilation systems of industries in which combustible dust and aerosols are treated. The article discusses a new devices IPK 1.0 and IPK 1.1, perform the functions of spark arrester, fire barriers, dust and aerosol catcher and solvent steam capacitor. There are the results of experimental studies to determine the hydraulic resistance of the device, its technical characteristics (burnout time, number of sections, nozzles, washing time for various solvents). The scheme of the experimental stand for burn-in time estimation is given.*

**Keywords:** *ventilation systems, aspiration system, dust, aerosol, solvent, spark arrester, fire barriers, capacitor.*

**Романюк Елена Васильевна,**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры пожарной безопасности объектов защиты,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной  
академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
e-mail: scercso@mail.ru,*

**Romanyuk E.V.,**

*Candidate of technical sciences, associate professor,  
Associate Professor of the Department of Object's Protection Fire Safety,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State  
Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Каргашилов Дмитрий Валентинович,**

*кандидат технических наук, доцент,  
заместитель начальника института,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной  
академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
e-mail: kargashil@mail.ru,*

**Kargashilov D.V.,**

*Candidate of technical sciences, associate professor,  
Deputy chief of Voronezh Institute  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State  
Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Федоров Андрей Владимирович,**

*доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры пожарной автоматики,  
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Москва,  
e-mail: fedorov-ppa@yandex.ru*

**Fedorov A.V.,**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Professor of the Department of Fire Automation,  
Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Moscow.*

**Кахужев Бислан Гумарович,**

*Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной  
академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
тел. 89103450199, scercso@mail.ru,*

**Kahuzhev B.G.,**

*Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State  
Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

## ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ И СПАСАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ

*А.П. Сизов, В.А. Комельков, М.А. Колбашов*

*В статье представлены результаты разработки оборудования и объектов, подлежащих защите от действия вибрации, которая может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Предложено с целью увеличения эффективности устройств защиты в качестве энергопоглощающего элемента, при возникновении вибрации использовать магнитную жидкость, которая позволяет характеристиками демпфера управлять магнитным полем.*

**Ключевые слова:** *виброзащита, демпфер, энергия при колебаниях, магнитная жидкость, магнитное поле.*

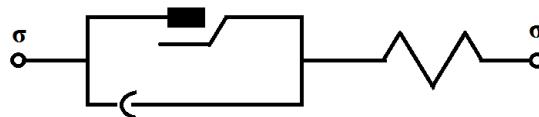
Вибрация, которая возникает при работе оборудования, может приводить к выходу этого оборудования из строя и, как следствие, возникновению чрезвычайных ситуаций. Это особенно опасно, когда в машине имеется несколько колеблющихся деталей, так как в этом случае возможно возникновение резонанса, поэтому в оборудовании всегда имеются устройства, поглощающие энергию колебаний, которые называются демпферами.

Демпфирующие устройства прошли большой путь развития [1] и отличаются друг от друга как элементами, которые поглощают энергию колебаний, так и воздействием на эти элементы усилий, которые возникают при колебаниях и которые необходимо уменьшить. Среди элементов, поглощающих энергию колебаний, можно выделить элементы, в которых происходит трение. Так, трение может происходить при движении колеблющихся тел или за счет внутреннего трения в резиновых демпферах за счет движения колеблющегося тела в жидкости. Однако в некоторых случаях [2] требуется, чтобы одновременно воспринимались статическая нагрузка колеблющейся массы и диссипация энергии колебаний. Поэтому такие демпферы называются комбинированными. Они распространены в машиностроении, например, для уменьшения колебаний металлорежущих станков, уменьшения вибрации двигателей на автомобилях, особенно с передним приводом. Эффективная защита технологического оборудования от вибрации позволяет значительно снизить количество аварий оборудования на промышленных предприятиях и часто предотвратить возникновения чрезвычайных ситуаций. Защита зданий, сооружений от последствий землетрясения позволяет повысить сейсмоустойчивость таких объектов и значительно уменьшает риски возникновения чрезвычайных ситуаций в районах, часто подвергаемых землетрясением. Следовательно, использование демпферов с управляемым диссипативным элементом в перечисленных случаях является

наиболее перспективным.

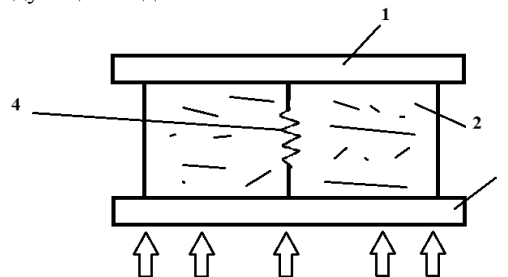
В качестве жидкости, поглощающей энергию колебаний, предлагается использовать нанодисперсную магнитную жидкость (МЖ), реологическими свойствами которой возможно управлять с помощью магнитного поля [3].

Реологической моделью магнитной жидкости, которую предлагается использовать в демпфере является тело Шведова-Бингама [4], при наложении на МЖ магнитного поля. Такие жидкости имеют определенный предел текучести, величиной которого также управляют с помощью магнитного поля. Однако, как показали исследования, его величина нестабильна и зависит от времени воздействия. Поэтому в демпфер необходимо вводить элемент, компенсирующий статическую нагрузку, структурная схема которого представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Тело Шведова-Бингама

Исходя из задач, решаемых демпфером, схема его функционирования должна иметь следующий вид.



**Рис. 2.** Схема функционирования демпфера

Разработана конструкция демпфера [5]. В этом случае: 1 – объект виброзащиты, 2 – демпфер с

магнитной жидкостью, 3 – колеблющееся основание, 4 – пружина. Поэтому для достижения необходимого эффекта необходимо иметь корпус, заполненный магнитной жидкостью и способной перетекать между полостями в корпусе элемент и поглощающий энергию колебаний объекта. Разработан вариант конструкции такого демпфера. На рисунке 3 представлена схема предлагаемого устройства. В корпусе 1, выполненном из немагнитного материала, установлен шток 2 и статический демпфер 3, выполненный из эластичного материала. На штоке 2 установлен постоянный магнит 4, фиксированный на штоке от осевых перемещений с помощью шайбы 5 и гайки 6. В корпусе 1 установлена дросселирующая шайба 7, разделяющая пространства в корпусе 1 на две полости А и Б и выполненная из магнитных материалов, между торцевой и поверхностью магнита 4 и шайбы 7 образован неравномерный зазор  $\delta$ . В корпусе 1 установлен постоянный магнит 8, намагниченный в осевом направлении полярности противоположному магниту 4.

Полости А и Б и зазор  $\delta$  заполнены магнитной жидкостью 9. Защищаемый объект 10 устанавливается на шток 2. Амортизатор работает следующим образом. При установке на штоке 2 объекта, подлежащего защите от колебаний, статическая нагрузка, определенная массой объекта, компенсируется за счет жесткости эластичного элемента 3. При возникновении колебаний защищаемого объекта 10 происходит деформация статического демпфера 3 и возникает колебания внутри эластичного элемента, которые передаются на шток 2, закрепленный жестко в элементе 3. Эти же колебания передаются на магнитную жидкость 9, которая начинает перетекать через зазоры дросселирующей шайбы 7, пронизанные магнитным потоком от совместного взаимодействия постоянных магнитов 4 и 8. В результате перетекания магнитной жидкости через отверстия, образованные в дросселирующей шайбе, происходит диссипация энергии, выделяющейся при колебаниях объекта 10. Изготовлена модель такого демпфера, которая показала эффективность его работы.

Диссипации энергии при колебаниях объекта защиты способствует также изменение формы распределения магнитного потока, созданного совместным действием магнитов 4 и 8, имеющих встречную полярность. Намагничивание магнитов 4 и 8 встречной полярности способствует изменению жесткости статического демпфера 3, который также становится энергопоглощающим за счет изменения длины молекул вещества, образующего эластичный материал статического демпфера. Осевое перемещение штока 2 не ограничивается жесткой связью дросселирующей

шайбы 7 и штока 2 путем создания торцевого зазора  $\delta$ , между постоянным магнитом 4 и дросселирующей шайбы 7, и этот зазор выполнен неравномерным для увеличения перепада давления, воздействующего на его магнитную жидкость при ее перетекании через отверстия в дросселирующей шайбе в плоскости, перпендикулярной оси.

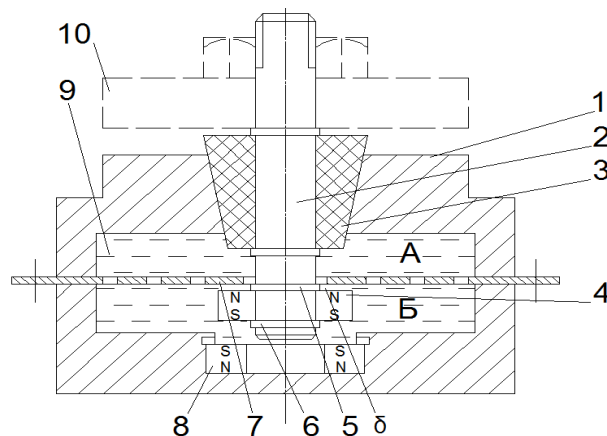


Рис. 3. Магнитожидкостное устройство для гашения колебаний

Проведены испытания на вибростенде такого устройства, которые показали, что в области определенных частот вибраций демпферы наиболее эффективны. Колебания объекта задавались с низкой частотой, и при этом изменялась масса объекта колебаний, которая варьировалась от 10 до 50 кг с разницей в 10 кг. В результате испытаний установлено, что масса объекта колебаний и поглощение энергии колебаний – зависимые величины. Этот результат свидетельствует о том, что жесткость эластичного демпфера должна быть определенной величины. Поэтому установлено, что испытуемый демпфер наиболее эффективен в области определенных частот колебаний. Установлено также, что при использовании постоянных магнитов из материала феррита – бария и самарий – кобальта частота колебаний объекта колебания, при котором наблюдается наиболее эффективное поглощение энергии колебаний, также изменяется. Таким образом, сделан вывод о том, что для разработки наиболее эффективного демпфера необходимо знать массу объекта защиты и область частот, в которых происходят его колебания. Эти параметры важны для разработки эффективного демпфирующего устройства.

**Библиография**

1. Айрапетов Э.Л. Вибрации в технике [Текст]: справочник: в 6-ти т. / ред. В.Н. Челомей. – Москва: Машиностроение, 2009. – Т. 3: Колебания машин, конструкций и их элементов / Э.Л. Айрапетов, И.А. Биргер, В.Л. Вейц; ред. Ф.М. Диментберг, К.С. Колесников. – 2009. – 544 с.
2. Гумеров А.Г. Виброизолирующая компенсирующая система насосно-энергетических агрегатов [Текст]: монография / ред. А.Г. Гумеров. – Уфа, 2008. – 328 с.
3. Патент № 2145394 Российской Федерации 7 МПКF16F6/00Магнитоэжидкостное устройство для гашения колебаний [Текст] / Бурченко В.Н., Сизов А.П., Соловьев М.Л.; заявитель Специальное конструкторско-технологическое бюро «Полюс» при Ивановском государственном энергетическом университете им. В.И. Ленина, патентообладатель Бурченко В.Н., Сизов А.П., Соловьев М.Л. Заявл. 09.07.1999, опубли. 10.02.2000.
4. Патент № 2238454 Российская Федерация 7 МПК F16F15/10, F16F11/00 Демпфер колебаний вращающихся тел [Текст] / Белый Д.М.; заявитель и патентообладатель Ульяновский государственный технический университет. Заявл. 08.04.2003, опубли. 20.10.2004.
5. Патент № 2670181 Российская Федерация МПК F16F/00 Магнитоэжидкостное устройство для гашения колебаний [Текст] / Сизов А.П., Еловский В.С., Колбашов М.А. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. Заявл. 17.07.2017, опубли. 18.10.2018.

**References**

1. Ajrapetov E.H.L. Vibracii v tehnikе [Tekst]: spravochnik: v 6-ti t. / red. V.N. Chelomej. – Moskva: Mashinostroenie, 2009. – T. 3: Kolebaniya mashin, konstrukcij i ih ehlementov / E.H.L. Ajrapetov, I.A. Birger, V.L. Vejc; red. F.M. Dimentberg, K.S. Kolesnikov. – 2009. – 544 s.
2. Gumerov A.G. Vibrozoliruyushchaya kompensiruyushchaya sistema nasosno-ehnergeticheskikh agregatov [Tekst]: monografiya / red. A.G. Gumerov. – Ufa, 2008. – 328 s.
3. Patent № 2145394 Rossijskoj Federacii 7 MPKF16F6/00Magnitozhidkostnoe ustrojstvo dlya gasheniya kolebanij [Tekst] / Burchenkov V.N., Sizov A.P., Solov'ev M.L.; zayavitel' Special'noe konstruktorsko-tehnologicheskoe byuro «Polyus» pri Ivanovskom gosudarstvennom ehnergeticheskom universitete im. V.I. Lenina, patentoobladatel' Burchenkov V.N., Sizov A.P., Solov'ev M.L. Zayavl. 09.07.1999, opubl. 10.02.2000.
4. Patent № 2238454 Rossijskaya Federaciya 7 MPK F16F15/10, F16F11/00 Dempfer kolebanij vrashchayushchihsya tel [Tekst] / Belyj D.M.; zayavitel' i patentoobladatel' Ulyanovskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet. Zayavl. 08.04.2003, opubl. 20.10.2004.
5. Patent № 2670181 Rossijskaya Federaciya MPK F16F/00 Magnitozhidkostnoe ustrojstvo dlya gasheniya kolebanij [Tekst] / Sizov A.P., Elovskij V.S., Kolbashov M.A. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Ivanovskaya pozharно-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii. Zayavl. 17.07.2017, opubl. 18.10.2018.

**PROTECTION OF OBJECTS AND RESCUE EQUIPMENT FROM VIBRATION EXPOSURE**

*The article presents the results of the development of equipment and objects to be protected from the action of vibration, which can lead to emergencies. It is proposed to increase the effectiveness of protection devices as an energy-absorbing element, in the event of vibration use magnetic fluid, which allows the characteristics of the damper to control the magnetic field.*

**Key words:** vibration protection, damper, energy during oscillations, magnetic fluid, magnetic field.

**Сизов Александр Павлович,**

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры пожарной безопасности объектов защиты,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
Россия, г. Иваново,  
Тел. 89605076117,  
e-mail: kafppv@mail.ru,

**Sizov A.P.,**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Professor, Department of Fire Safety of Protected Facilities,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.



**Комельков Вячеслав Алексеевич,**

*кандидат технических наук,  
начальник кафедры пожарной безопасности объектов защиты,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
Россия, г. Иваново,  
Тел. 89203414141,  
e-mail:kafppv@mail.ru,*

**Komelkov V.A.,**

*Candidate of Technical Sciences,  
Head of the Department of Fire Safety of Protected Facilities,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Колбашов Михаил Александрович,**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
Тел. 89303450683,  
e-mail:kolbашov@mail.ru,*

**Kolbашov M.A.,**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Operation of Fire Equipment, Communication  
Facilities and Small Mechanization,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

*Е.В. Ширяев, В.А. Комельков*

*Проведен анализ зарубежных и отечественных нормативных требований в области снижения пожарной опасности аварийных проливов горючих жидкостей, а также аналитический обзор технических устройств в области снижения пожарной опасности локальных аварийных проливов ЛВЖ, ГЖ. Рассмотрены технические решения, направленные на ограничение растекания горючих жидкостей, и технические устройства пассивного пожаротушения локальных проливов ЛВЖ, ГЖ.*

**Ключевые слова:** горючие жидкости, пожарная опасность, проливы, нормативные требования, технические решения.

Пожарная опасность аварийного выхода горючей жидкости из контура технологического оборудования состоит в возможности растекания на значительных площадях с образованием паровоздушных смесей, способных вспыхивать или взрываться и, как следствие, переходить в стадию пожара пролива. Величины опасных факторов пожара пролива зависят главным образом от взрывопожароопасных свойств горючих жидкостей и от площади пролива.

Ограничение распространения пожара за пределы очага регламентируется ст. 59 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1]. Снижение пожарной опасности локальных проливов горючих жидкостей может быть достигнуто за счет применения технических решений, ограничивающих разлив и растекание жидкости при пожаре, при этом предотвращающих развитие пожара за счет уменьшения характеристик пламени вплоть до полного его затухания.

В настоящее время существует два подхода к ограничению растекания легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (далее – ЛВЖ, ГЖ) при аварийных проливах. Оба подхода направлены на решение важной проблемы – снижение опасных факторов пожара (далее – ОФП) пролива ЛВЖ, ГЖ.

В первую группу инженерно-технических решений можно выделить:

- дренажные системы с отведением проливов ЛВЖ, ГЖ в аварийный резервуар;
- бортики, выполненные из негорючих материалов на твердой непроницаемой поверхности (с системой аварийного слива горючих жидкостей).

Ко второй группе инженерно-технических решений относятся поддоны, емкости, оборудованные дополнительно

элементом пламегашения (или ограничения распространения пламени в узких каналах):

- поддоны, оборудованные трубчатыми вертикальными каналами (гасителями пламени);
- модульные поддоны в виде напольных покрытий с наполнителем в виде металлической ваты для ограничения распространения пламени по поверхности;
- поддоны с гранулированным наполнителем.

Применение дренажных лотков и отбортовки для ограничения растекания ЛВЖ, ГЖ регламентировано рядом нормативных документов ГОСТ Р 12.3.047.2012, СП 156.13130.2014 [2, 3] и другими.

В ГОСТ Р 12.3.047.2012 [2] содержится методика расчета размера сливных отверстий из технологического оборудования (расчет площади сливного отверстия в ограничивающем жидкость устройстве, например, поддоне). При расчетной площади сливного отверстия перелив жидкости через борт ограничивающего устройства и растекание жидкости за его пределами невозможен. Цель расчета – выбор площади поддона  $F_{\text{п}}, \text{м}^2$ , и расчет площади сливного отверстия  $f, \text{м}^2$ .

В СП 155.13130.2014 содержится требование для площадок сливо-наливных эстакад, указывающее на применение водонепроницаемого покрытия, с ограждением в виде бортиков высотой не менее 0,2 м и уклоном не менее 2% [4]. Данное требование также прописано в СП 156.13130.2014 [3] для площадок слива автоцистерн.

Применение поддонов для локализации и повышения эффективности тушения аварийных проливов горючих жидкостей регламентируется рядом требований нормативных документов по пожарной безопасности. В СП 13.13130.2009 [5] введено понятие «поддоны самотушения» для

предотвращения и подавления пожаров ЛВЖ и ГЖ. Так, при размещении емкостей с горючей жидкостью в подвале допускается выполнять под емкостями устройства самотушения проливов из расчета удержания всего объема жидкости с дальнейшей откачкой ее насосом в сборный бак за пределами здания.

В рекомендациях «Обеспечение пожарной безопасности установок по ликвидации аварийных проливов нефти и нефтепродуктов» указано, что поддон для сбора нефти и нефтепродуктов необходимо применять под вентилями, связанными с обращением ГЖ [6].

В Правилах промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов для сбора остатков продукта, стекающих с наливной трубы при отсоединении от цистерны, должен быть предусмотрен каплесборник [7].

В Правилах противопожарного режима в Российской Федерации указано, что под трансформаторами и реакторами требуется располагать маслоприемные устройства с гравийной засыпкой, при этом предъявляется ряд требований к содержанию гравия [8].

В Правилах устройства электроустановок (7-е издание) приведены габариты маслоприемника в зависимости от количества масла в трансформаторе, кроме того, указана высота слоя гравия (не менее 0,25 м), размер фракции гравия (от 30 до 70 мм) [9].

Применение поддонов для сбора капельных утечек под манифольдами, фланцевыми соединениями предусматривает Международный стандарт по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов [10]. В данных нормах содержатся еще ряд требований, направленных на применение переносных поддонов для сбора локальных проливов горючих жидкостей:

– после окончания сливо-наливных операций спускные клапаны судового манифольда необходимо открыть для слива нефтепродукта в переносные поддоны, после чего содержимое переносных поддонов должно быть перекачано в отстойный танк или другой безопасный резервуар;

– при отсутствии стационарных емкостей для сбора пролитых ЛВЖ, ГЖ под фланцевыми соединениями трубопроводов, из которых может быть пролив;

– для ограничения разлива горючих жидкостей необходимо установить переносные поддоны для сбора капельных утечек в соответствии с рекомендациями *The Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)*, при этом запрещено использовать пластмассовые поддоны, если не предусмотрено их заземление.

Технические решения первой группы, ограничивающие растекание горючих жидкостей, предотвращают распространение пожара по поверхности и направлены на эвакуацию ЛВЖ, ГЖ

в аварийный резервуар. Однако системы аварийного слива горючих жидкостей с отбортовкой или дренажными лотками не снижают воздействие ОФП пролива. Такими системами должны обязательно оборудоваться площадки слива-налива для передвижных цистерн с большим объемом горючей жидкости, рис. 1.

В ряде сводов федеральных законов США [11-14] содержатся нормы, предписывающие обеспечивать устройствами сбора локальных утечек горючих жидкостей технологическое оборудование, на котором проводятся сливо-наливные операции ГЖ, осуществляются перевозки и хранение ГЖ в таре, рис. 2.

Для снижения параметров ОФП локального пролива путем самотушения горючих жидкостей эффективны мероприятия второй группы, при этом они могут быть совместимы с техническими решениями первой группы, например, поддоны с пламегасящим наполнителем под сливными патрубками аппаратов или фланцевыми соединениями [15].



Рис. 1. Пятно нефтепродуктов в месте присоединения устройства слива-налива УСН к железнодорожной цистерне



Рис. 2. Поддоны для сбора локальных утечек ЛВЖ, ГЖ под ж/д цистернами (США)

Несмотря на разнообразие технических решений, направленных на снижение параметров горения локального аварийного пролива горючих жидкостей, каждое из них имеет свои достоинства и недостатки. Поддоны с трубчатыми гасителями пламени применяются чаще всего в качестве капитального элемента пола в помещениях с обращением горючих жидкостей, при этом они металлоемки, имеют достаточно большой вес и высокое ценообразование, рис. 3, 4 [16].

Схема устройства самотушения горючих жидкостей со слоями вертикальных осесимметричных труб представлена на рис. 3. Между слоями образованных вертикальных каналов, заключенных в обечайку, установлены один, два или три слоя металлических сеток (в зависимости от вида горючей жидкости (ЛВЖ, ГЖ)). Под нижним срезом ячеистой структуры размещена плоская металлическая емкость для приема горючей жидкости, с помощью вертикальных стенок которой в структуре вертикальных каналов создается высота, незаполняемая жидкостью, при которой обеспечивается эффективное тушение пламени за счет подавления конвекции для горящих жидкостей, рис. 4. Данные устройства позволяют повысить эффективность пожаротушения, исключить потребность в применении обычных средств и способов тушения пожаров горящих жидкостей.

В США разработаны модульные поддоны в виде противопожарного настила для ограничения распространения пожара пролива горючих жидкостей, рис. 5. Область применения данных устройств – преимущественно палубы авианесущих кораблей, ангары для самолетов и вертолетов, нефтяные платформы и др.

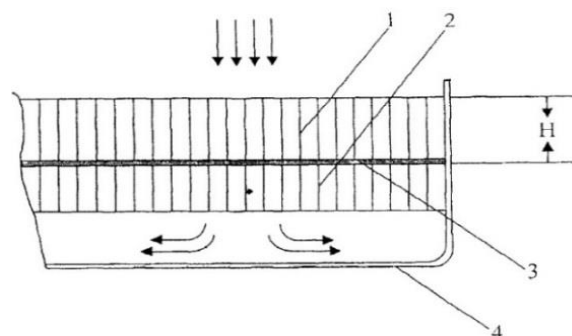


Рис. 3. Схема устройства пожаротушения подавлением конвекции с одним слоем металлических сеток

1, 2 – два слоя осесимметричных вертикальных каналов; 3 – слой металлических сеток; 4 – емкость для аварийно-проливной жидкости.

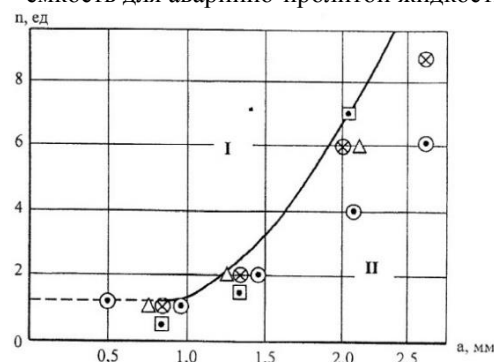


Рис. 4. График зависимости минимального числа горизонтальных сеток от размера одной квадратной ячейки в свету

⊙ – изопропиловый спирт; ⊗ – керосин ТС-1; ◻ – дизельное топливо; Δ – трансформаторное масло



Рис. 5. Испытания модульных поддонов в виде противопожарного настила  
Слева – горение пролива керосина в модульном поддоне, справа – горение пролива керосина в открытом поддоне

В качестве пассивного пламягасящего элемента применяются наполнитель в виде металлической ваты, размещаемый в поддоне, покрытом перфорированным металлическим листом. Такие модули сложны в техническом исполнении (имеется большое количество соединений, ребер жесткости, трубчатых каналов и т.д.), что увеличивает металлоемкость и ценообразование [17].

Одним из наиболее простых и эффективных способов повышения эффективности пожаротушения проливов горючих жидкостей является применение гранулированных материалов в поддонах для сбора проливов ЛВЖ, ГЖ. Для защиты оборудования от прогрессирующего пожара пролива известно техническое устройство, представляющее собой емкость с гравийным наполнителем, причем в виде наполнителя можно

использовать щебень, тальк, гравий и керамзит размером гранул 15 – 35 мм. Свободный, не занятый горючей жидкостью, слой должен быть не менее 30 мм [18].

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

Установлена экспериментальная зависимость высоты пламени от размера гранул наполнителя на противне 0,16 м<sup>2</sup>, рисунок 6.

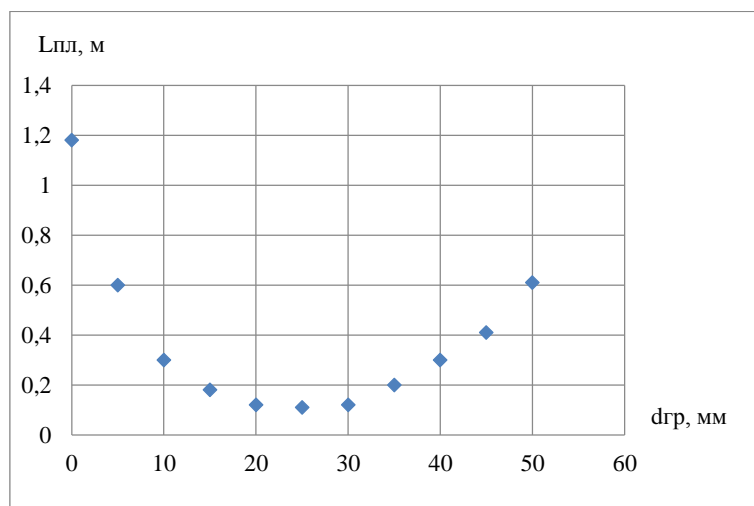


Рис 6. Изменение высоты пламени от размера гранул при горении керосина в поддоне

Несмотря на то что вопросам снижения пожарной опасности локальных аварийных проливов горючих жидкостей с применением гранулированных материалов посвящено немало научных исследований, однако до настоящего времени не выработаны критерии прекращения горения горючих жидкостей в емкостях с гранулированной подложкой.

Таким образом, за последние годы

сформировалась довольно широкая нормативная база требований, направленных на ограничение распространения пожара пролива горючих жидкостей. Появились новые подходы к пассивному пожаротушению локальных проливов горючих жидкостей – технические устройства, обеспечивающие тушение пламени пролива ЛВЖ, ГЖ без использования огнетушащих средств.

#### Библиография

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
2. ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. СП156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности.

#### References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: feder. zakon ot 22 iyulya 2008 goda №123-FZ (s izmeneniyami i dopolneniyami).
2. GOST R 12.3.047-2012. SSBT. Pozharnaya bezopasnost' tekhnologicheskikh processov. Obshchie trebovaniya. Metody kontrolya.
3. SP156.13130.2014. Stancii avtomobil'nye zapravochnye. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti.

4. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
5. СП 13.13130.2009 Атомные станции. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1).
6. Обеспечение пожарной безопасности установок по ликвидации аварийных проливов нефти и нефтепродуктов. Рекомендации ФГУ ВНИИПО МЧС России и ДНД МЧС России. Согласованы письмом ДНД МЧС России от 2 июля 2008 г. №19-2-3-2261.
7. Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов: приказ от 7 ноября 2016 г. № 461 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности.
8. О противопожарном режиме: постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. №390.
9. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. – М.: НЦЭНАС, 2004.
10. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. International chamber of shipping oil companies international marine forum international association of ports and harbors (ISGOTT, Fifth Edition): Published and Printed by WITHERBY & CO. LTD. London EC1R 0ET, UK, 2007. – 418 P.
11. Stormwater Management Regulations: National Pollutant Discharge Elimination System. 40 CFR 122.26. URL: <http://www.spillcontainment.com/>
12. Spill Prevention, Control, and Countermeasures Rule. 40 CFR 112. URL: <http://spillsolutionscanada.com>
13. EPA Container Storage Regulation. 40 CFR 264.175. URL: <http://www.spillcontainment.com/>
14. Spill Prevention, Control and Countermeasure Act. Uniform Fire Code (UFC) 79.406. URL: <http://cotradeco.com>.
15. Ширяев Е.В., Назаров В.П. Влияние гранулированной подложки на процесс горения нефтепродукта при его аварийном проливе / Е.В. Ширяев, В.П. Назаров // Технологии техносферной безопасности. – 2017. Выпуск 3 (73) <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2017-3/2017-3.html>.
16. Патент РФ №2010111822/12, 26.03.2010 В.И. Потякин, В.Ф. Коротких, В.В. Добриков и др. Устройство пожаротушения подавлением конвекции для горящих жидкостей // Патент России №2442625 С2, 2012. Бюл. №5.
17. Patent EP A2 2730716 Nov.13, 2013. T. W. Mackintosh Modular fire prevention flooring / / Patent EP2730716 A2, 2014.
18. Авторское свидетельство СССР №1729521, Кл. А 62 С 3/06, 1988. Бюл. №16.
4. SP 155.13130.2014 Sklady nefti i nefteproduktov. Trebovaniya požarnoj bezopasnosti.
5. SP 13.13130.2009 Atomnye stancii. Trebovaniya požarnoj bezopasnosti (s Izmeneniem N 1).
6. Obespechenie požarnoj bezopasnosti ustanovok po likvidacii avarijnyh prolivov nefti i nefteproduktov. Rekomendacii FGU VNIPO MCHS Rossii i DND MCHS Rossii. Soglasovany pis'mom DND MCHS Rossii ot 2 iyulya 2008 g. №19-2-3-2261.
7. Pravila promyshlennoj bezopasnosti skladov nefti i nefteproduktov: prikaz ot 7 noyabrya 2016 g. № 461 ob utverzhenii federal'nyh norm i pravil v oblasti promyshlennoj bezopasnosti.
8. O protivopozharnom rezhime: postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 aprelya 2012 g. №390.
9. Pravila ustrojstva ehlektroustanovok. Izdanie sed'moe. – М.: NCEHNAS, 2004.
10. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. International chamber of shipping oil companies international marine forum international association of ports and harbors (ISGOTT, Fifth Edition): Published and Printed by WITHERBY & CO. LTD. London EC1R 0ET, UK, 2007. – 418 P.
11. Stormwater Management Regulations: National Pollutant Discharge Elimination System. 40 CFR 122.26. URL: <http://www.spillcontainment.com/>
12. Spill Prevention, Control, and Countermeasures Rule. 40 CFR 112. URL: <http://spillsolutionscanada.com>
13. EPA Container Storage Regulation. 40 CFR 264.175. URL: <http://www.spillcontainment.com/>
14. Spill Prevention, Control and Countermeasure Act. Uniform Fire Code (UFC) 79.406. URL: <http://cotradeco.com>.
15. SHiryayev E.V., Nazarov V.P. Vliyanie granulirovannoj podlozhki na process goreniya nefteprodukta pri ego avarijnom prolive / E.V. SHiryayev, V.P. Nazarov // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. – 2017. Vypusk 3 (73) <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2017-3/2017-3.html>.
16. Patent RF №2010111822/12, 26.03.2010 V.I. Potyakin, V.F. Korotkih, V.V. Dobrikov i dr. Ustrojstvo požarotusheniya podavleniem konvekcii dlya goryashchih zhidkostej // Patent Rossii №2442625 S2, 2012. Byul. №5.
17. Patent EP A2 2730716 Nov.13, 2013. T. W. Mackintosh Modular fire prevention flooring / / Patent EP2730716 A2, 2014.
18. Avtorskoe svidetel'stvoSSSR №1729521, Kl. A 62 S 3/06, 1988. Byul. №16.

## **LEGAL FRAMEWORK AND EXPERIENCE OF APPLICATION ENGINEERING AND TECHNICAL SOLUTIONS AIMED AT REDUCING FIRE DANGER EMERGENCY SPILLS OF FLAMMABLE LIQUIDS**

*The analysis of foreign and domestic regulatory requirements in the field of fire risk reduction of emergency spills of flammable liquids, as well as an analytical review of technical devices in the field of fire risk reduction of local emergency spills flammable, combustible liquids. Technical solutions aimed at limiting the spread of flammable liquids and technical devices of passive fire extinguishing of local straits of flammable, combustible liquids are considered.*

**Keywords:** *accident, prove, flammable liquids, fire danger, technical solutions.*

**Ширяев Евгений Викторович,**

*преподаватель кафедры пожарной безопасности объектов защиты,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
shiryayev@bk.ru,*

**Shiryayev E. V.,**

*Lecturer, Department of Fire Safety of Protected Facilities,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*

**Комельков Вячеслав Алексеевич,**

*кандидат технических наук,  
начальник кафедры пожарной безопасности объектов защиты,  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Иваново,  
komelkov@rambler.ru,*

**Komelkov V.A.,**

*Ph.D.,  
Head of the Department of Fire Safety of Protected Facilities,  
Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Ivanovo.*



## ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА

УДК 614.8.084

### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ НА МАЛООБЪЕМНЫХ И РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНВЕРСНОЙ ФОРМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

*С.Н. Масаев, В.Н. Масаев, А.Н. Минкин, Д.А. Едимичев, Д.Ю. Мочалов*

*Статья посвящена возможности использования функционально-стоимостного анализа, как одного из методов эвристического анализа, цель которого заключается в выборе оптимального варианта аварийно-спасательной техники для выполнения задач по назначению на рассредоточенных и малообъемных объектах при минимальных затратах.*

**Ключевые слова:** *выбор оптимального варианта, аварийно-спасательная техника, аварийно-спасательные и другие неотложные работы, малообъемные и рассредоточенные объекты, функционально-стоимостный анализ.*

Анализ современного состояния специализированной техники, используемой в качестве аварийно-спасательной техники показывает, что при ликвидации последствий многих чрезвычайных ситуаций достигнуты значительные результаты в развитии технологии процессов проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР).

Оптимально сжатые сроки выполнения АСДНР зависят от характера разрушений, типов сооружений, объемов и ряда других факторов. Для конкретных условий эти сроки определяются различными видами работ и наличием требуемой аварийно-спасательной техники (далее – АСТ). В одном случае крайне важно спасение жизни людей, находящихся под обломками зданий, в заваленных подвалах и убежищах, когда оказание помощи пострадавшим людям не терпит промедления. В другом – это возможное наступление катастрофических последствий, возникновение новых очагов пожаров, взрывов и разрушений.

Успешное завершение комплексной механизации АСДНР будет в значительной мере зависеть от правильного решения вопросов механизации мелких (малообъемных) и рассредоточенных работ. Малообъемные и рассредоточенные работы имеют значительный удельный вес в различных видах АСДНР. Наиболее типовыми видами рассредоточенных

АСДНР являются разборка завалов объектов малоэтажного строительства<sup>1</sup> и т.п.

Показатели завалов зданий являются определяющими при выборе технологии спасательных работ и подразделяются непосредственно на показатели, характеризующие завал (дальность разлета обломков, высоту завала, объемно-массовые характеристики завалов, структуру завала по весу обломков, строительных элементов и арматуры), и показатели, характеризующие обломки завала (вес обломков, геометрические размеры, структуру и содержание арматуры).

Анализ натуральных завалов разрушенных зданий позволяет упрощенно представить завал как геометрические фигуры с прямоугольными основаниями, расположенными в параллельных плоскостях (рис. 1). и показателями, характеризующимися геометрическими размерами основания здания  $A$ ,  $B$  и высотой завала  $h$  и дальностью разлета обломков  $L$ .

Длина завала – геометрический размер завала в направлении наибольшего размера  $A$  здания,  $m$ :

<sup>1</sup>«Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017)



$$A_{зав} = 2L + A. \quad (1)$$

Ширина завала – геометрический размер завала в направлении наименьшего размера здания, м:

$$B_{зав} = 2L + B, \quad (2)$$

где

$L$  – дальность разлета обломков, м  
 $L = H / 2 \dots H$

При разрушении площадь верхней грани здания по размерам меньше площади основания. Длина и ширина верхней грани здания для этого случая соответственно равна, м:

$$A_{зав} = 2L + A \text{ и } B_{зав} = 2L + B. \quad (3)$$

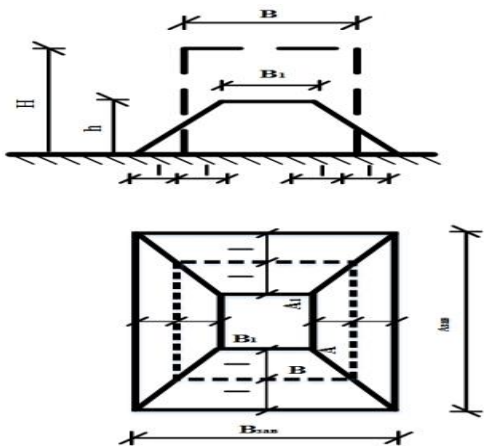


Рис. 1. Расчетные схемы завалов при разрушении объекта

Дальность разлета обломков рассчитывается из условия, что угол наклона боковых сторон обелиска равен углу естественного откоса, м:

$$L = \frac{H}{3} \div \frac{H}{4}, \quad (4)$$

где:  $H$  – высота зданий.

Объем завала разрушенного здания с учетом расчетной схемы (рис. 1), м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{h}{6} [A_1 B_1 + (A_1 + A_{зав}) \cdot (B_1 + B_{зав}) + A_{зав} \cdot B_{зав}] \quad (5)$$

где:

$A_{зав}$ ,  $B_{зав}$  – размеры нижних граней, длина и ширина завала, м.

$$A_{зав} = 2L + A \text{ и } B_{зав} = 2L + B, \quad (6)$$

где:

$A_1$  и  $B_1$  – размеры верхних граней разрушенного здания, м.

$$A_1 = 2L + A \text{ и } B_1 = 2L + B. \quad (7)$$

При разрушении зданий на ступень ниже полной в расчетах можно принять, что объем завалов составляет примерно 50% от объемов завалов зданий в случае их полного разрушения.

В табл. 1 и табл. 2 приведены показатели, характеризующие завал и обломки завала при АСДНР на малообъемных объектах.

Таблица 1

Общие объемы погрузочно-разгрузочных и демонтажных работ при АСДНР на малоэтажных зданиях

Группы зданий	Погрузочно-разгрузочные работы, т	Демонтажные работы			Площадь выполнен. АСР, м <sup>2</sup>
		Вес сборных элементов, кг		Кол-во сборных элементов, шт	
		наибольший	наименьший		
Жилые здания (одно-, двух-, трехэтажные)	от 350 до 3300	3000	20	от 120 до 2800	от 20 до 1000
		(наибольшее количество элементов весом до 0,5 т)			
Гражданские здания (одно-, двухэтажные)	от 330 до 3300	1500	80	До 3000	от 15 до 2700
		(наибольшее количество элементов весом до 0,5 т)			
Сельскохозяйственные здания	от 230 до 4000	3700	30	от 125 до 4500	от 15 до 700
		(наибольшее количество элементов весом до 0,5 т)			

Примерные объемы демонтажных АСДНР на малоэтажных объектах различного назначения, выполняемые за одну смену

Группа зданий	Этажность	Степень сборности	Подъемно-транспортные (демонтажные) работы		Демонтаж конструкций и вертикальный транспорт, т	Погрузочно-разгрузочные работы, м <sup>3</sup>	Погрузочно-разгрузочные работы, т
			Наибольший вес элементов, т	Наибольшая высота подъема грузов, м			
Жилые дома	1	Сборные, неполносборные	0,5	5	20	30	30
		Несборные	0,1	5	20	30	30
	2	Сборные, неполносборные	1,5	11	25	30	35
		Несборные	0,5	11	20	30	30
	3	Сборные, неполносборные	3	14,5	25	50	40
		Несборные	0,5	14,5	20	50	40
Медицинские учреждения	3	Неполносборные	1,5	13,5	20	100	25
		Несборные	0,5	9	20	100	25
Учебные учреждения	2	Неполносборные	1,5	12	40	100	50
		Несборные	0,5	12	35	100	40
Культурно-зрелищные учреждения	2	Неполносборные	1,5	16	30	100	35
Боксы, автомастерские	2	Сборные	3,5	7	25	85	25
		Неполносборные	2	7	20	150	25
Склады	2	Несборные	0,3	7	15	150	50
		Несборные	0,1	12	20	150	40

Как видно из представленных данных, даже на малообъемных объектах имеется значительное многообразие работ, заключающихся в разборке образовавшегося

завала, погрузке, разгрузке, расчистке и складировании строительного боя бетона, кирпича, арматур и т.п. (рис. 2).

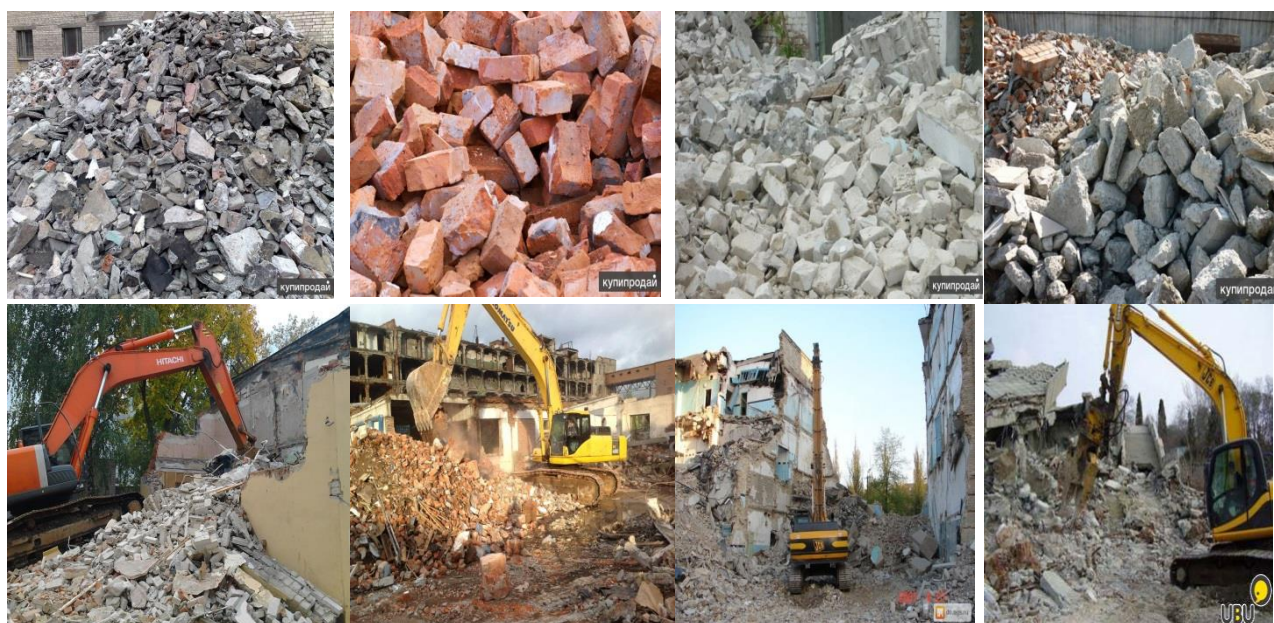


Рис. 2. Виды разрушенного бетона, кирпича, арматур

Четкого определения понятия «малообъемности» и «рассредоточенности» аварийно-спасательных работ пока еще нет. Необходимо определять эти термины исходя из определения категории объектов: «рассредоточенный» и «малообъемный».

Рассредоточенный и малообъемный объект – это тип здания и сооружения, связанный с характером:

нахождения отдельных однотипных и разнотипных объектов (в жилищном, культурно-бытовом и загородном строительстве);

отдельно стоящих, но расположенных на относительно небольшом расстоянии друг от друга объектах (автодорог, железных дорог, трубопроводов и т. п.);

однотипных повторяющихся (комплекс) объектов, каждый из которых в отдельности является небольшим по объему (жилые малоэтажные поселки и т. д.).

Специфика условий выполнения АСДНР на малообъемных и рассредоточенных объектах имеет много общего, независимо от конкретных конструктивных решений, конфигураций, габаритов и др., что определяется:

технологической организацией производства АСДНР, не требующей сооружения временных баз для стоянки, хранения и обслуживания;

преимущественным использованием универсальной АСТ с широкой номенклатурой и многофункциональностью рабочих органов;

применением мобильной или легко транспортируемой АСТ;

использованием широкой номенклатуры малогабаритной АСТ;

комплектацией АСТ по показателям надежности, эффективности и энергосбережения.

Погрузочно-разгрузочные работы на малообъемных и рассредоточенных объектах в технологии выполнения АСДНР влияют на скорость проведения и требуют комплексной механизации, хотя часто их относят к вспомогательным.

Погрузочные операции в первую очередь зависят от выбора способа погрузки и типа АСТ по наиболее часто встречающимся материалам, убираемыми с объекта ЧС, и которые можно классифицировать на:

сыпучие среднекусочные и мелкокусочные материалы (бой кирпича, бетона и т.п.);

объемные элементы строительных конструкций (плиты перекрытия, панели, металлопрокат и т.п.).

АСДНР являются одним из направлений деятельности, подчиняются общим законам и направлениям технического развития. Несмотря на серийную концепцию специализированной техники (по назначению, инструктивному исполнению и др.), существуют общие принципы, подходы, методы и закономерности, которые могут быть применены при выборе любой единицы техники в качестве АСТ.

Процесс выбора аварийно-спасательной техники происходит в условиях межвидовой и внутривидовой борьбы, конкуренции между типами, моделями.

Практика отвергает все неэффективное. Новые идеи, удачные решения постепенно побеждают в естественной конкуренции и распространяются в определенной сфере деятельности, имеющей определенную специфику. Мало заметные количественные изменения перерастают постепенно в качественные, приводят к скачкам, техническим переворотам, к замене устаревших моделей новыми, а новых – новейшими.

История развития техники – это эволюционный процесс отбора наиболее совершенных видов (типов) и моделей техники. Появление и внедрение совершенно новых, качественно отличных конструкций не приводит к скачкообразному изменению характеристик техники, и темпы этих изменений не велики и постоянны.

По мере накопления суммы малых сдвигов происходят изменения в характеристиках АСТ и эти изменения имеют уже эволюционный характер. Поэтому основные тенденции развития конструкций АСТ являются стабильными, а общее развитие идет по эволюционному коридору, хотя и выражается техническими изменениями большего или меньшего значения.

Учет и прогнозирование этих тенденций дает возможность выбрать перспективные направления разработок, оценить целесообразность их реализации в данный период времени, установить влияние изменений в конструкции АСТ на основные технико-экономические параметры выбираемой техники, спрогнозировать темпы технического прогресса. Как показывает опыт, тенденции эти универсальны, интернациональны, долговременны и достаточно устойчивы. Согласно проведенным исследованиям необходимо отметить основные тенденции развития, сформировавшиеся к настоящему времени в мировой практике машиностроения, табл. 3.

**Анализ развития специальной техники**

Направление	Характеристика	Вывод
Поиск принципиально новых технических решений	Разработка принципиально новых конструкций (рабочих органов, силовых трансмиссий, двигателей и других элементов) и технологических процессов составляют главное направление в конструировании	Наиболее перспективный, именно такие решения создают общий прогресс и задают темп эволюции техники
Разработка принципиально новых, отличных от традиционных, компоновочных схем	полноприводные шасси	Преимущества по устойчивости, тяговому усилию, долговечности и плавности хода и приемлемым тягово-динамическим качествам
	шарнирно сочлененная рама	
	гусеничный движитель	
Гидрофицирование силовых трансмиссий	Мехатроника (mechatronics) – результат слияния механики, гидравлики, электроники и информационных технологий с целью разработки передовой продукции, процессов и систем	Снижение габаритов соответствующих систем, упрощение кинематических схем привода исполнительных устройств и механизмов, обеспечение высоких рабочих усилий и бесступенчатого изменения скоростей и показателей ремонтпригодности
Комплексная автоматизация техники и технологических процессов. Использование системы управления в виде микропроцессоров, микроЭВМ или аналоговых вычислительных устройств	Автоматизация систем управления несколькими параметрами, такими как курсовая устойчивость, стабилизация позиционирования рабочих органов для обеспечения продольных и поперечных уклонов, заданной технологической скоростью перемещения, оптимальной загрузкой ДВС при минимальном расходе топлива и другими параметрами, определяющими функциональное назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снижение психофизических нагрузок операторов, повышение производительности.</li> <li>– Контроль за работой различных узлов и агрегатов.</li> <li>– Система управления работой дизеля и коробкой передач.</li> <li>– Система топливоподачи и нейтрализации отработавших газов при адаптации ДВС к параметрам силовых нагрузок выполняемого СДМ рабочего процесса</li> </ul>
Интенсификация технологических процессов.	Увеличение производительности спецтехники и улучшение качества реализации технологических операций	Растут скорости (рабочие, холостые) рабочих органов
Повышение универсальности	Увеличение числа сменных рабочих органов для выполнения разных работ одной и той же моделью. Универсальность достигается также установкой на одном шасси нескольких рабочих органов или видов рабочего оборудования, позволяющих одновременное или поочередное их использование.  Рост числа моделей и типоразмеров	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использование модульных принципов, совершенствование методов конструктивной унификации.</li> <li>– Создание многофункциональных и многоцелевых моделей.</li> <li>– Создание многоцелевого рабочего органа к базовому шасси, способного выполнять функции двух-трех специализированных единиц;</li> <li>– Разработка комплекта сменных рабочих органов, легко навешиваемых на базовое шасси, в зависимости от характера выполняемых работ</li> </ul>
Унификация	Эффективный и экономичный метод создания конструктивно унифицированных рядов одинакового или различного функционально-эксплуатационного назначения, объединенных на основе конструктивной общности их сборочных единиц (узлов, агрегатов,	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сокращение номенклатуры запасных частей выпускаемых изделий.</li> <li>– Сокращается продолжительность ремонтных работ.</li> <li>– Снижается объем и стоимость резервного фонда запасных частей</li> </ul>

	модулей) и деталей	
Специализация производства	Специализированные производства стандартных сборочных единиц и деталей с высокой степенью их взаимозаменяемости ДВС, гидрокомпоненты (насосы, моторы и контрольно-распределительные элементы, узлы трансмиссий и ходовых систем, а также элементная база систем управления и др.	Высокий технический уровень, качество и надежность изделий.  Инженерная техника, используемая при строительстве, успешно применяется для ведения аварийно-спасательных работ
Повышение надежности и безопасности конструкции	Изменение требований по улучшению сервиса и технического обслуживания	Внедряют электронную систему контроля предупреждения о неисправностях, выявленных электронными датчиками управления всех главных систем
Эргономическое и эстетическое совершенствование	Учет антропометрических, эргономических и психологических факторов оператора. Используются различные технические решения	– Повышение управляемости и производительности – Повышение комфортабельности
Экологичность	Снижение техногенного воздействия на окружающую среду	Защита окружающей среды от вредного воздействия на экосистему, заключающегося в генерации отработавших газов ДВС, высокого уровня шума и вибрации, в том числе и на рабочем месте оператора
Стоимость	Снижение расходов на эксплуатацию СДМ, ремонт и техническое обслуживание	Повышение сопровождается снижением или, по крайней мере, стабилизацией удельных расходов на единицу производимой работы

Необходимо отметить, что основные тенденции развития конструкций и параметров специальной техники взаимосвязаны. Использование их в процессе АСДНР обусловлено необходимостью повышения эффективности. По мере возрастания требований к специальной технике производители гибко меняют свою стратегию, учитывая многообразие факторов, в том числе возможность использования в смежных направлениях. Прогнозируя тенденции развития конструкций и параметров специальной техники, которая может быть использована в качестве АСТ, необходимо отметить внедрение новых прогрессивных направлений в их развитие. Одним из главных направлений технической политики при разработке и создании новых видов АСТ становится системная унификация. Стандартизация и унификация, особенно в части системной проработки требований и формировании модульных стратегий, находят применение в реализации модульных конструкций.

Существующие методы оценок эффективности использования АСТ рассматривают варианты технических решений с позиций экономики труда и всех других видов ресурсов, обусловленных эксплуатацией АСТ.

Количественный анализ сравнительной

экономичности состоит в расчете и сравнении по вариантам технических решений, соответствующих частных и обобщающих показателей затрат. Анализ соответствующей технической литературы показал, что предлагались следующие критерии: минимум приведенных затрат; максимум роста производительности и др.

Впервые детальный анализ экономической эффективности применения специальной техники дается в работе С.Е. Конторера [4]. С учетом обобщений основные направления повышения эффективности использования АСТ при ликвидации ЧС могут быть сведены к достижению экономического эффекта за счет:

– снижения затрат на эксплуатацию АСТ в установленный промежуток времени:

$$\mathcal{E}_{\text{эко.з}} = K_n \left[ \frac{H_{ам} C_{г.м} K_{zw}}{100} \left( 1 - \frac{1}{K_{zw}} \right) + (C_{p.o} + \rho C_{тсн.o}) (K_{cp.n} - 1) \right], \quad (8)$$

– сокращения продолжительности работ на объекте:

$$\mathcal{E}_n = H_p q_{y-n} \left( 1 - 1/K_{zw} \right), \quad (9)$$

где  $K_n$  – коэффициент накладных расходов на затраты по эксплуатации АСТ;

$H_{ам}$  – нормативы в % амортизационных

отчислений на затрачиваемый временной промежуток;

$C_o$  – балансовая стоимость АСТ;

$ч_m$  – число АСТ;

$K_{zo}$  – степень увеличения объемов работ;

$K_{za}$  – коэффициент, учитывающий увеличение нормативной выработки АСТ;

$K_{cp,ч}$  – коэффициент увеличения среднечасовой выработки АСТ;

$C_{p.o}$  – стоимость замены сменной оснастки;

$C_{тсм.о}$  – стоимость топлива, смазочных и обтирочных материалов, израсходованных за фактический промежуток времени при проведении АСДНР;

$H_p$  – размер накладных расходов;

$q_{y-n}$  – условно-постоянная часть накладных расходов.

В общем случае сопоставимость АСТ производится по результатам их применения, т.е. по объему и характеру выполненной работы:

$$Z_y = Z / \Pi_y; \text{ руб/ед. выработки, } (10)$$

где  $t$  – фактический промежуток времени проведения АСДНР;

$Z$  – приведенные затраты, руб/т;

$\Pi_y$  – эксплуатационная

производительность АСТ.

Приведенные затраты рекомендуется определять по зависимости

$$Z = U + K(P + E_n) + E_n K_y, (11)$$

где  $U$  – текущие затраты на эксплуатацию АСТ без учета отчислений на реновацию, руб/т;

$K$  – капитальные затраты, связанные с вводом в эксплуатацию АСТ;

$P$  – доля отчислений от суммы капитальных затрат на реновацию;

$E_n = 0,15$  – нормативный коэффициент эффективности;

$K_y$  – сопутствующие капитальные вложения, связанные с созданием нормальных условий эксплуатации АСТ.

Зависимость (10) не учитывает время работы АСТ на конкретном объекте, затраты, связанные с перебазировкой и др. Детальный анализ эффективности эксплуатации специальной техники с учетом указанных факторов дан в работе Е.М. Кудрявцева [4 – 6]. Приведенные затраты рекомендуется определять:

$$Z = C_o + E_n K T_o / T_n, (12)$$

где  $C_o$  – себестоимость механизированных работ

на конкретном объекте ЧС;

$T_o$  и  $T_n$  – соответственно время работы на объекте и время работы АСТ в течение требуемого промежутка времени.

В работах Е.М. Кудрявцева решены многие экономические задачи: формирование оптимальных комплектов и комплексов специальной техники, оптимальное использование сменного рабочего оборудования, прогнозирование эффективности комплексной механизации работ и др.

Экономический эффект от применения новой или модернизированной АСТ, находящейся в эксплуатации, составит

$$\mathcal{E}_z = (Z'_y - Z''_y) \cdot \Pi_y'', (13)$$

где  $Z'_y$  и  $Z''_y$  – соответственно удельные приведенные затраты по базовой и новой АСТ;

$\Pi_y''$  – эксплуатационная производительность модернизированной АСТ.

Входящие в состав критериального уравнения величины  $C_o$  и  $K$  рекомендуется определять решением следующих равенств:

$$C_o = (C_{мч} \cdot ч_{мч} + C_{мд}) \cdot K_1 + P_m \cdot ч_{мч} \cdot K_2, (14)$$

$$C_{мч} = C_{мп} \cdot H_{ам} \cdot (T_{зч} \cdot 100) + C_{мэ} + 3, (15)$$

$$K = (C_{мп} / T_{зч}) \cdot ч_{мч}, (16)$$

$$T_{зч} = \frac{T_{ф} \beta_{см} ч_{мч}}{ч_{мч} (1 + \beta_{см} t_p) + t (1 + \beta_{см} t_p)}, (17)$$

где  $C_{мч}$  – себестоимость 1 раб. ч. работы АСТ без учета единовременных затрат, руб;

$ч_{мч}$  – число раб. ч. работы АСТ на объекте;

$C_{мд}$  – единовременные затраты на монтаже и демонтаже АСТ, руб;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий размер накладных расходов на зарплату персонала, занятого управлением АСТ;

$P_m$  – часовая заработная плата вспомогательного персонала, участвующего в механизированном процессе;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий прямые расходы на эксплуатацию АСТ;

$C_{мп}$  – инвентарно-расчетная стоимость АСТ, руб;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений от стоимости АСТ;

$T_{зч}$  – число часов работы АСТ в фактический промежуток времени проведения АСДНР;

$\beta$  – коэффициент интенсивности работы

АСТ;

$C'_{mэ}$  – эксплуатационные затраты на 1 час работы АСТ без учета зарплаты персонала, руб;

$Z$  – зарплата персонала, занятого управлением АСТ и ежедневным ее обслуживанием, руб/ч;

$T'_ф$  – фактический промежуток рабочего времени проведения АСДНР;

$t_{пер}$  – время перебазировки АСТ с объекта на объект, ч;

$t_p$  и  $t'_p$  – количество времени нахождения АСТ в техническом обслуживании и ремонте в течение работы на объекте и на 1 ч перебазировки АСТ своим ходом, ч.

При расчете режима работы АСТ в условиях проведения АСДНР необходимо учитывать особенности технического обслуживания и ремонта [7]. Техническое обслуживание и ремонт на объекте ЧС, как правило, включает в себя заправку горюче-смазочными материалами, необходимую замену рабочих органов, мелкосрочный ремонт и др.

Время нахождения АСТ в техническом обслуживании и ремонте в сутки определяется, час:

$$t_p = \frac{(24 - T_{п})K_{см} \cdot П_{см} \cdot P_{ч}}{1 + K_{см} \cdot П_{см} \cdot P_{ч}}, \quad (18)$$

где  $T_{п}$  – перерывы в работе АСТ в сутки по всем причинам, кроме перерывов для технического обслуживания и ремонта, ч;

$K_{см}$  – количество смен работы в сутки;

$П_{см}$  – продолжительность смены, ч;

$P_{ч}$  – количество часов нахождения АСТ в техническом обслуживании и ремонте в расчете на 1 ч сменного рабочего времени машины. Величина  $P_{ч}$  принимается на основании показателей, содержащихся в эксплуатационной документации, по ГОСТ 2.601, заводоизготовителей и фактических сведений по аналогичным машинам.

Если эти данные отсутствуют, то  $P_{ч}$  определяется по формуле

$$P_{ч} = \frac{\sum K_{тор} \cdot П_p \cdot K_{п}}{Ц_m}, \quad (19)$$

где  $K_{тор}$  – количество технических обслуживаний и ремонтов АСТ за один ремонтный цикл;

$П_p$  – продолжительность одного технического обслуживания и ремонта соответствующего вида машин в рабочих сутках;

$Ц_m$  – продолжительность ремонтного цикла в моточасах.

При наличии счетчика моточасов время нахождения АСТ в техническом обслуживании и ремонте в сутках можно определить:

$$t_p = \frac{T_{мч} \cdot P_{ч}}{K_{п}}, \quad (20)$$

где  $T_{мч}$  – наработка машины в моточасах;

$K_{п}$  – коэффициент отношения наработки машины в моточасах к сменному рабочему времени, за которое она получена.

Анализ методических материалов по оценке эффективности использования средств механизации позволяет утверждать, что в основе количественного анализа чаще всего используется критерий минимума приведенных затрат, а методика анализа предусматривает решение следующих вопросов:

составление всевозможных комплектов или отдельных АСТ для выполнения заданного технологического процесса;

определение временного режима работ комплекта АСТ;

расчет капитальных затрат;

расчет текущих издержек;

расчет приведенных затрат по всем вариантам;

расчет сравнительного временного экономического эффекта.

С увеличением объема АСР на объектах расширяется область эффективного применения АСТ, так как затраты времени сокращаются  $t_{пер} \rightarrow 0$ , а, следовательно,  $T_{зч} \rightarrow \max$ ,  $T_o \rightarrow T_{зч}$  и  $Z \rightarrow \min$ . Для получения максимальной эффективности необходимо произвести их оптимальное распределение по объектам ЧС, а также привести оптимальную эксплуатацию.

Изменившиеся условия проведения АСДНР (характер и объем работ на объектах, дальность их расположения друг от друга), а также имеющаяся номенклатура АСТ и их состояния требует несколько иного подхода к условиям их эффективного использования.

В условиях действующей рыночной экономики проявляется процесс наличия у различных ведомств и организаций в заданном населенном пункте определенной требуемой номенклатуры единиц специальной техники, которые могут быть использованы для проведения АСДНР при ЧС. Эти изменения происходят по двум направлениям модернизации и восстановления старых наиболее эффективных АСТ и появлением новых, иногда совершенно новых АСТ для реализации наиболее прогрессивных технологий.

Влияние структурных изменений, изменение методов хозяйствования, влияние рынка требуют каждый раз по-своему рассматривать необходимость и эффективность привлечения специальной техники в качестве АСТ.

Общеизвестно, что, проводя прикладное исследование, необходимо найти объект такой структуры, которая обеспечила бы выполнение им своих функций, учитывая субъективные

требования (вид потребляемой энергии, мощность, долговечность, себестоимость и т.п.).

Особенностью объекта является то, что множество входных воздействий состоит из используемых известных законов, а множество выходных параметров – из показателя качества его функционирования.

В послевоенные годы родилось самостоятельное направление технико-экономического анализа. В 40-х годах американский ученый Л.Д. Майлс предложил методику новых принципиальных технических решений, при которой предлагается анализировать абстрактные функциональные связи в существующем изделии с учетом затрат на их реализацию. Это технико-экономическое направление получило название «функционально-стоимостного анализа» (далее – ФСА). При проведении ФСА необходимо иметь четкое понимание разграничения понятий «цель», «результат», «действие», «элемент», «связь», «функция», «свойство».

В течение более чем 40 лет ФСА использовалась в различных областях промышленности: на предприятиях

Минуглепрома, Минэлектротехпрома, Минстанкопрома, Минприбора и других министерств бывшего СССР. Практика применения ФСА в различных странах показала его эффективность, целесообразность и возможность применения в различных областях промышленности. Разработкой теоретической базы применения ФСА занимались ученые М.Г. Карпунин, Н.К. Моисеева, Ю.М. Соболев и др. [8 – 10].

В зависимости от специфических особенностей рассматриваемого объекта исследования методики ФСА отличаются друг от друга способом оценки и анализа решений, но основные положения остаются в каждой из этих методик.

На рисунке 3 приведена схема проведения ФСА при проведении выбора оптимального варианта АСТ для малообъемных и рассредоточенных объектов.

В соответствии с «Основными положениями методики проведения ФСА» [11] весь процесс условно может быть разбит на этапы, табл. 4:

Таблица 4

**Этапы выбора оптимального варианта АСТ для проведения АСДНР на малообъемных и рассредоточенных объектах**

Этап	Проводимые действия
Подготовительный	Рассматриваются вопросы, связанные с состоянием и перспективами применения
Информационный	Сбор, систематизация и всестороннее изучение имеющихся сведений
Аналитический	Ставится задача выявить причины возникновения высоких затрат и недостаточного уровня качества исполнения функций
Творческий	С помощью различных методов проводится поиск эффективных технических и организационных решений по улучшению исполнения функций
Исследовательский	Проводится комплексная оценка существующего варианта исполнения изделия и варианта, полученного с учетом предложений, возникших в ходе реализации анализа
Рекомендательный	Разработка и согласование рекомендаций по результатам анализа
Внедрения	Проведение анализа планов-графиков внедрения этих рекомендаций

Применение ФСА при выборе оптимального варианта АСТ целесообразно выполнять с помощью особой инверсной формы. Суть инверсного метода заключается в том, что необходимо ответить на вопрос: как или как иначе использовать уже произведенное изделие?

Анализ результатов ФСА показал, что инверсная форма может быть применена для решения следующих задач выбора АСТ при проведении АСДНР:

поиск и выбор областей применения, расширение направлений деятельности; поиск и выбор новых областей применения; поиск и выбор сфер использования новых средств; поиск и выбор частных технических решений для получения решения при унификации конструкций изделия, оснастки или оборудования.



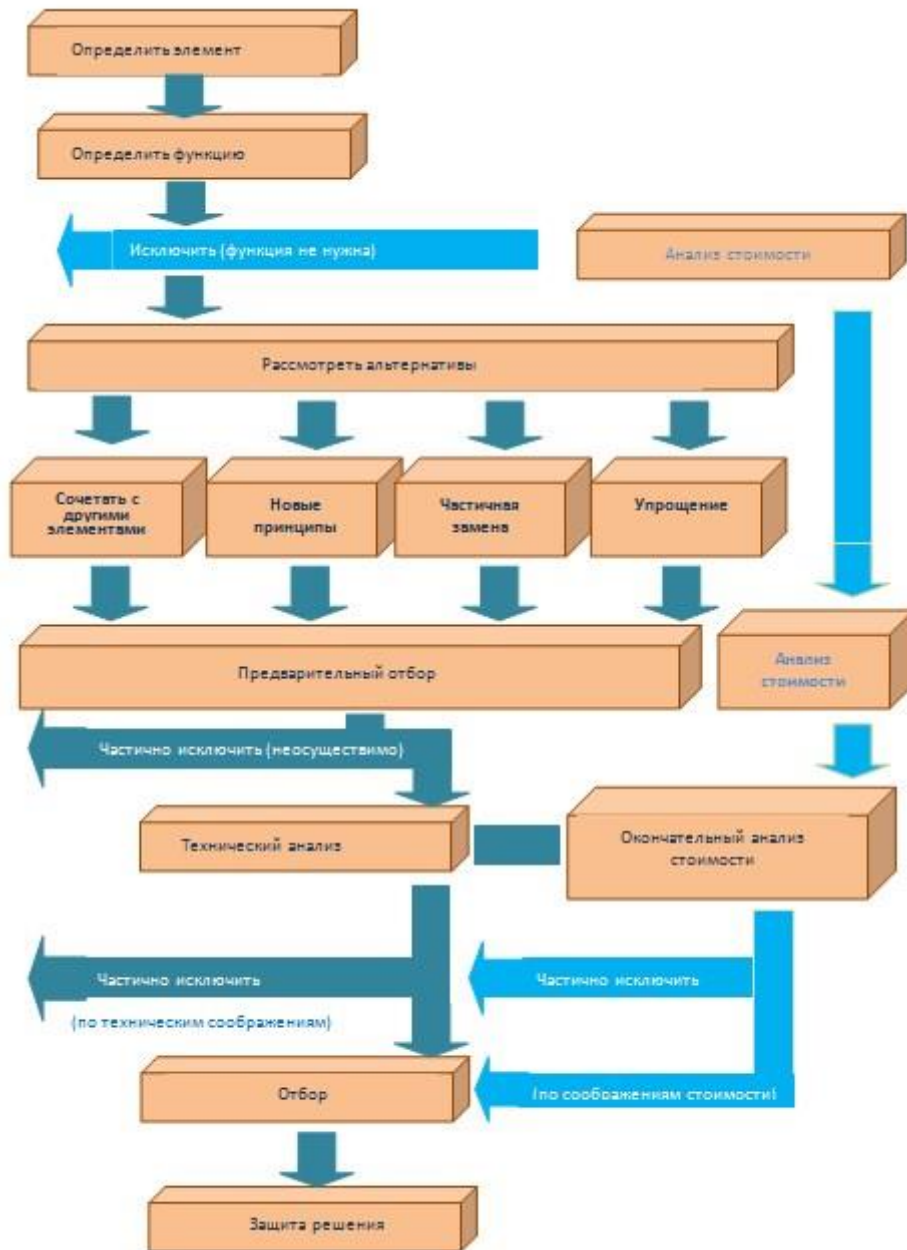


Рис. 3. Схема проведения функционально-стоимостного анализа

В задачах, решаемых с применением ФСА, пока еще отсутствуют вопросы повышения эффективности эксплуатации АСТ. В условиях ликвидации ЧС эта задача весьма актуальна.

Функционально-стоимостной анализ, как один из наиболее результативных инструментов экономии ресурсов, позволит решать задачи их эффективной эксплуатации АСТ.

**Библиография**

1. Масаев В.Н. Аварийно-спасательная техника для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах / Масаев В.Н., Минкин А.Н., Сергеев И.Ю. // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – №1. – С. 23-26. – Режим доступа: [http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8\\_23-26.pdf](http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8_23-26.pdf), свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
2. Масаев В.Н., Бушуев Р.С. Определение критерия выбора аварийно-спасательного инструмента для проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях / В.Н. Масаев, Р.С. Бушуев // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2017 –, №2. – С. 14-19. – Режим доступа: [http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5\\_14-19.pdf](http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5_14-19.pdf), свободный. – (Дата обращения: 28.06.2018).
3. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С.Е. Контонер. – М.: Стройиздат, 1969.
4. Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: учебник / Е.М. Кудрявцев. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 328 с.
5. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства: учебник / Е.М. Кудрявцев. – Издание третье, перераб. и доп. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 464 с.
6. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 332 с
7. МДС 12-13.2003. Механизация строительства. Годовые режимы работы строительных машин.
8. Справочник по функционально-стоимостному анализу / Ковалев А.П., Моисеева Н.К., Сысун В.В. [и др.] под ред. Карпунина М.Г., Майданчик Б.И. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 432 с.
9. Соболев Ю.М. Конструктор и экономика: ФСА для конструктора / Ю.М. Соболев. – Пермь, 1987. – 102 с.
10. Куликов Я.В. Особенности развития функционально-стоимостного анализа в России / Я.В. Куликов // Вестник Пермского университета. – 2011. – Экономика Вып. №4(11). – С. 57-63.
11. Система функционально-стоимостного анализа. Основные положения. (РД 16 60.001-85. – Отраслевая система функционально-стоимостного анализа). – 40 с.

**References**

1. Masaev V.N. Avarijno-spasatel'naya tekhnika dlya provedeniya avarijno-spasatel'nyh i drugih neotlozhnyh rabot na maloob'emnyh i rassredotochennyh ob'ektah / Masaev V.N., Minkin A.N., Sergeev I.YU. // Sibirskij požharno-spasatel'nyj vestnik. – 2018. – №1. – С. 23-26. – Rezhim dostupa: [http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8\\_23-26.pdf](http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8_23-26.pdf), svobodnyj. – Zagl. s ehkrana. — YAz. rus., angl.
2. Masaev V.N., Bushuev R.S. Opredelenie kriteriya vybora avarijno-spasatel'nogo instrumenta dlya provedeniya avarijno-spasatel'nyh rabot pri dorozhno-transportnyh proisshestviyah / V.N. Masaev, R.S. Bushuev // Sibirskij požharno-spasatel'nyj vestnik. – 2017 –, №2. – С. 14-19. – Rezhim dostupa: [http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5\\_14-19.pdf](http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5_14-19.pdf), svobodnyj. – (Data obrashcheniya: 28.06.2018).
3. Metody obosnovaniya ehffektivnosti primeneniya mashin v stroitel'stve / S.E. Kontorer. – M.: Strojizdat, 1969.
4. Kudryavcev E.M. Stroitel'nye mashiny i oborudovanie: uchebnik / E.M. Kudryavcev. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2012. – 328 s.
5. Kudryavcev E.M. Kompleksnaya mekhanizaciya stroitel'stva: uchebnik / E.M. Kudryavcev. – Izdanie tret'e, pererab. i dop. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2010. – 464 s.
6. Kudryavcev E.M. GPSS World. Osnovy imitacionnogo modelirovaniya razlichnyh sistem / E.M. Kudryavcev. – M.: DMK Press, 2004. – 332 s
7. MDS 12-13.2003. Mekhanizaciya stroitel'stva. Godovye rezhimy raboty stroitel'nyh mashin.
8. Spravochnik po funkcional'no-stoimostnomu analizu / Kovalev A.P., Moiseeva N.K., Sysun V.V. [i dr.] pod red. Karpunina M.G., Majdanchik B.I. – M.: Finansy i statistika, 1988. – 432 s.
9. Sobolev YU.M. Konstruktor i ehkonomika: FSA dlya konstruktora / YU.M. Sobolev. – Perm', 1987. – 102 s.
10. Kulikov YA.V. Osobennosti razvitiya funkcional'no-stoimostnogo analiza v Rossii / YA.V. Kulikov // Vestnik Permskogo universiteta. – 2011. – EHkonomika Vyp. №4(11). – С. 57-63.
11. Sistema funkcional'no-stoimostnogo analiza. Osnovnye polozheniya. (RD 16 60.001-85. – Otrasleyaya sistema funkcional'no-stoimostnogo analiza). – 40 s.

**THE CHOICE OF THE OPTIMAL VERSION OF EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT FOR EMERGENCY RESCUE AND OTHER URGENT WORK ON SMALL-VOLUME AND DISPERSED OBJECTS USING THE INVERSE FORM OF FUNCTIONAL AND COST ANALYSIS**

*The article is devoted to the possibility of using functional-cost analysis as one of the methods of heuristic analysis, the purpose of which is to select the optimal version of emergency rescue equipment for performing tasks for the intended use in dispersed and low-volume facilities at minimum costs.*

**Key words:** *choosing the best option, emergency rescue equipment, emergency rescue and other urgent work, small-volume and dispersed objects, functional and cost analysis.*

**Масаев Сергей Николаевич,**

*кандидат технических наук, доцент,  
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа,  
Россия, г. Красноярск,  
+79135507006,  
faberi@list.ru*

**Masaev S.N.,**

*Ph.D., Associate Professor,  
FSAEI of HE Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Russia, Krasnoyarsk.*

**Масаев Виктор Николаевич,**

*кандидат педагогических наук,  
заведующий кафедрой пожарной и аварийно-спасательной техники,  
ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, г. Железногорск,  
+7, masaev.ru@mail.ru*

**Masaev V.N.,**

*PhD,  
Head of the Department of Fire and Rescue Equipment,  
FGBOU IN Siberiafire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM  
of Russia,  
Russia, Zheleznogorsk.*

**Минкин Андрей Николаевич,**

*кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой пожарной безопасности,  
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа,  
Россия, г. Красноярск,  
+79029424983,  
minkin.1962@mail.ru*

**Minkin A.N.,**

*Ph.D., Associate Professor,  
Head of the Department of Fire Safety,  
FSAEI of HE Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,  
Russia, Krasnoyarsk.*

**Едимичев Дмитрий Александрович,**

*кандидат технических наук, доцент,  
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа,  
Россия, г. Красноярск,  
+79832836663,  
edimichev@inbox.ru*

**Edimichev D.A.,**

*Ph.D., Associate Professor,  
FSAEI of HE Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas,*

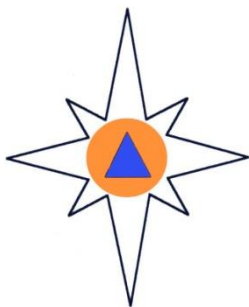
*Russia, Krasnoyarsk,*

***Мочалов Дмитрий Юрьевич,***

*заместитель начальника пожарной части 2 ГПС МЧС,  
Главное управление МЧС России по Красноярскому краю,  
Россия, г. Красноярск,  
+79130311848,  
dimasic1977@ya.ru*

***Mochalov D.Y.,***

*Deputy Head of the Fire Department 2 of the State Fire Service of the Emergencies  
Ministry,  
The Main Administration of EMERCOM of Russia for the Krasnoyarsk Territory,  
Russia, Krasnoyarsk.*



## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 543.57

### ТЕРМИЧЕСКИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОРГАНИЧЕСКОЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

*А.А. Гапеев, А.В. Мещеряков, А.М. Чуйков*

*В статье представлены результаты термического и спектрального анализа неорганических и органических материалов. Задача разработки методов, подходящих для изучения конкретного вида материала, является актуальной в расследовании пожаров. Относится это и к строительным материалам. С одной стороны, они обладают относительной огнестойкостью, с другой, – их свойства все же меняются вследствие термического воздействия. Часто в случае развившихся пожаров конструкции являются единственным материалом, оставшимся для исследования. При выборе метода исследования следует учитывать как его информативность, так и трудоемкость использования. Основная задача, решаемая при изучении таких конструкций, – определение параметров теплового воздействия в целях определения путей распространения горения и очага пожара. Это обстоятельство подразумевает проведение большого объема измерений. Исследования проведены на приборе синхронного термического анализа STA 449 F5 Jupiter, позволяющем выполнять измерения изменения массы и тепловых эффектов в широком интервале температур и ИК Фурье-спектрометре Tensor 27, который предназначен для измерения оптических спектров пропускания, отражения в ИК диапазоне.*

**Ключевые слова:** термический анализ, ИК-спектроскопия, пожарная опасность.

Обеспечение пожарной безопасности входит в число ключевых задач при строительстве и эксплуатации современных высотных зданий, крупных деловых центров, складских и торгово-развлекательных комплексов. Специфика таких зданий – большая протяженность путей эвакуации – диктует повышенные требования к пожарной безопасности используемых строительных конструкций и материалов. И только когда эти требования соблюдаются наравне с решением других технических и экономических задач, здание считается спроектированным правильно. Ключевым фактором, определяющим пожарную опасность материалов, является сырье, из которого они изготовлены. В этой связи их можно разделить на три большие группы: неорганические, органические и смешанные.

Таким образом, целью работы стало определение возможности проведения термического анализа строительных материалов на органической и неорганической основе для

установления их пожароопасных свойств, а также обоснование полученных результатов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выбор методики проведения экспериментов, объектов и режима проведения исследования; проведение экспериментальных исследований термического воздействия на образцы; анализ полученных результатов.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы керамического кирпича, гипса, гипсобетона и полиэтилена. Анализ осуществлялся методами синхронного термического анализа и инфракрасной спектроскопии.

Синхронный термический анализ – метод исследования химических и физико-химических процессов, происходящих в веществе в условиях изменения температурного режима. Методы термического анализа (дифференциальный термический анализ и термогравиметрия), основанные на регистрации изменения температуры

и массы изучаемого вещества при его нагревании, являются одними из самых надежных и чувствительных методов. Данные, полученные этими методами, могут быть использованы для оценки механизма и кинетических характеристик исследуемых процессов. Результаты термического эксперимента представлены в виде интегральной (ТГ) и дифференциальной термической кривой (ДТА). Исследования проводили на приборе синхронного термического анализа STA 449 F5 Jupiter, позволяющем выполнять измерения изменения массы и тепловых эффектов в широком интервале температур. Высокая универсальность в использовании вызвана возможностью применения различных сенсоров, широкой палитрой тиглей образцов и широким диапазоном для термогравиметрических измерений. Это делает систему применимой для анализа всех видов материалов, включая неомогенные.

Спектроскопические исследования проводили на ИК Фурье-спектрометре Tensor 27. Он предназначен для измерения оптических спектров пропускания, отражения в ИК диапазоне, определения концентрации различных органических и неорганических веществ в твердой и жидких фазах, продукции нефтехимического производства, органического синтеза, продуктах питания, фармацевтики и т.п., для применения в качестве отдельных автономных приборов, так и в составе автоматизированных систем управления качеством технологического процесса в аналитических лабораториях промышленного производства, научно-исследовательских и учебных организаций. Интерпретацию спектров осуществляли, используя данные литературы.

Образцы испытывали в интервале температур от 25°C до 420°C со скоростью нагрева 5 град/мин и при длинах волн от 400 до 4500 см<sup>-1</sup>. Полученные результаты представлены на рисунках 1 – 4.

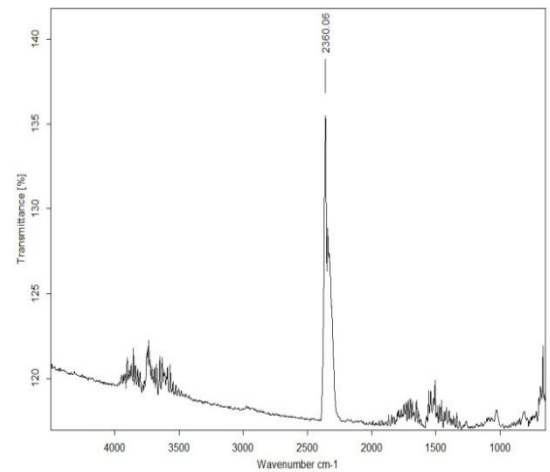
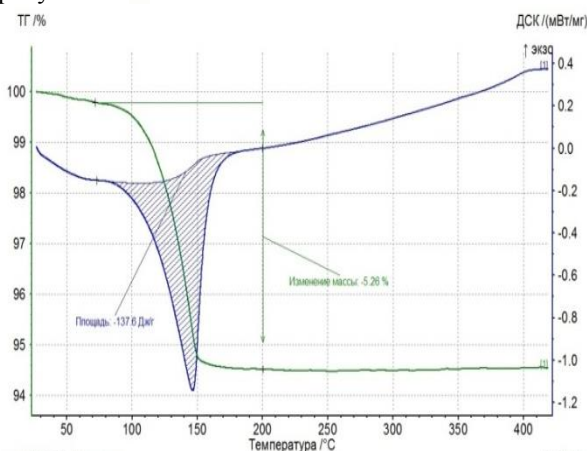


Рис. 1. Результаты термического анализа и ИК спектр образца гипса

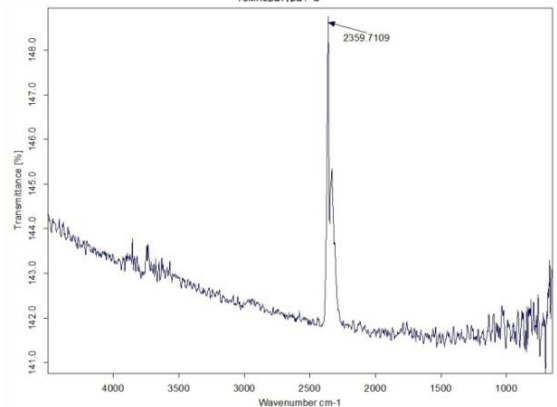
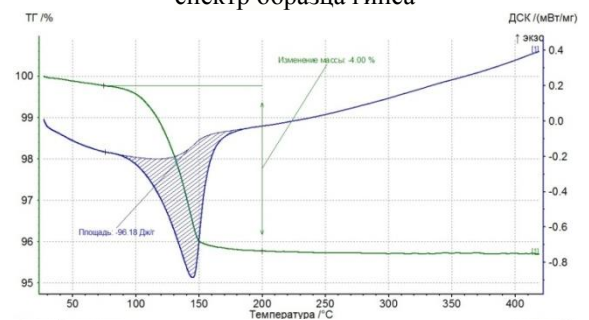


Рис. 2. Результаты термического анализа и ИК спектр образца гипсобетона

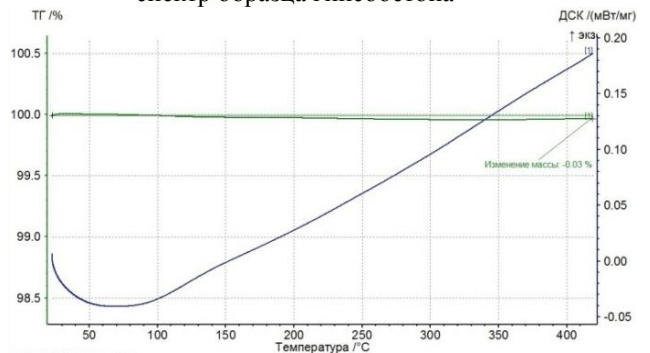


Рис. 3. Результаты термического анализа образца керамического кирпича

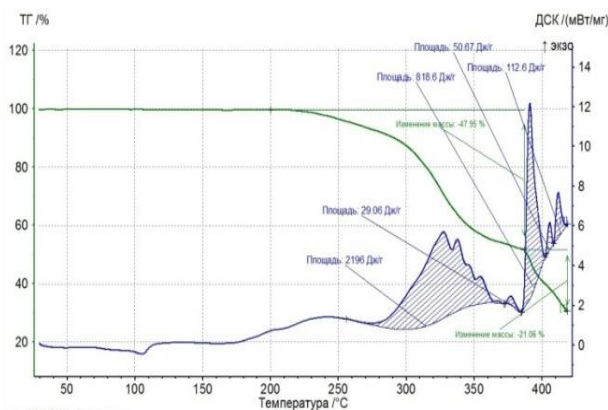


Рис. 4. Результаты термического анализа образца полиэтилена

Проанализировав полученные кривые, можно сказать, что в интервале температур от 80 до 160°C в образцах гипса и гипсобетона происходит удаление воды от 4 до 5%. Эндозффект на ДТА кривой сопровождается изменением массы (кривая ТГ), позволяющей установить начало и конец процесса дегидратации. Вид кривых отражает сложный характер взаимодействия в системе вода – материал и предполагает, что процесс дегидратации не является одностадийным, то есть молекулы воды обладают различной подвижностью. Первой удаляется вода дальней гидратации. На втором этапе выделяются среднесвязанные молекулы воды, расположенные вблизи противоионов. В последнюю очередь, при температурах свыше 130°C, выделяются молекулы воды, связанные по ион-дипольному типу.

Удаление молекул воды подтверждают и ИК спектры. Для мономерной воды полосы 3720 и 3620 см<sup>-1</sup> отнесены к симметричному и асимметричному колебаниям ОН-группы. Следует отметить, что димеры воды могут иметь скорее циклическую структуру с двумя водородными связями, чем открытую [1, 2]. Для жидкой воды наблюдаются полосы поглощения в других областях спектра. Наиболее интенсивные из них 712 – 647 см<sup>-1</sup>[3]. При переходе от мономеров воды к димерам и тримерам максимум поглощения валентных колебаний связи О-Н сдвигается в сторону меньших частот. Напротив, для деформационных колебаний Н-О-Н наблюдается смещение в сторону более высоких частот. Полосы поглощения 3550 и 3690 см<sup>-1</sup> отнесены к валентным модам димеров (H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>. [4]. Полоса поглощения при 1620 см<sup>-1</sup> отнесена к

деформационной моде димера. Эта частота несколько выше, чем деформационная мода изолированной молекулы (1597 см<sup>-1</sup>). Деформационная полоса поглощения имеет частоту 1646 см<sup>-1</sup> и очень слабо зависит от температуры. Она мало изменяется и при переходе к свободной молекуле при частоте 1596 см<sup>-1</sup>. Она оказывается достаточно стабильной, в то время как изменение температуры существенно влияет на все остальные частоты. Цундель предполагает, что постоянство деформационных колебаний связано с процессами межмолекулярного взаимодействия, а именно, обусловлена изменением валентного угла молекулы воды в результате взаимодействия молекул друг с другом, а также с катионами и анионами [4]. Явно выраженный пик при частоте 2360 см<sup>-1</sup> свидетельствует о наличии диоксида углерода как примеси из атмосферы.

Образец керамического кирпича в диапазоне температур 25 – 420°C ведет себя стабильно. На кривой ТГ не отмечено явных изменений массы, а на кривой ДТА отсутствуют термические эффекты.

Температура на образец полиэтилена до 220°C также не оказывает никакого воздействия. Эндотермический эффект в диапазоне 100 – 120°C может быть объяснен наличием микроколичеств свободной и среднесвязанной воды, а также перераспределением кристаллической фазы полимера в аморфную. В диапазоне от 220 до 385°C наблюдается плавное падение массы образца до 50%. Это обусловлено разрушением связей С-С между звеньями макромолекул до олигомерного состояния макроцепей. При температуре 385°C и выше наблюдается резкое падение массы, что связано с деструкцией полимера и образованием низкомолекулярных соединений. На кривой ДТА в данных температурных диапазонах отмечаются экзотермические эффекты.

Таким образом, при нагревании материалы на основе неорганических соединений ведут себя достаточно стабильно во всем температурном диапазоне. Отмечено выделение молекул свободной, среднесвязанной и глубокосвязанной воды. Материалы на основе органических соединений, в частности, полиэтилен, является пожароопасным в диапазоне температур от 220°C и выше.

### Библиография

1. Митчелл Дж., Смит Д. Акватметрия [пер. с англ.] / Дж. Митчелл, Д. Смит. – М., 1980. – 600 с.
2. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. [пер. с англ.] / Д. Эйзенберг, В. Кауцман. – Л., 1975. – 280 с.
3. Карякин А.В. Кривенцова Г.А. Состояние воды в органических и неорганических соединениях / А.В. Карякин, Г.А. Кривенцова. – М., 1973. – 175 с.
4. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды / Г.Н. Зацепина. – М., 1987. – 170 с.

### References

1. Mitchell Dzh., Smit D. Akvometriya [per. s angl.] / Dzh. Mitchell, D. Smit. – M., 1980. – 600 s.
2. EHjzenberg D., Kaucman V. Struktura i svojstva vody. [per. s angl.] / D. EHjzenberg, V. Kaucman. – L., 1975. – 280 s.
3. Karyakin A.V. Krivencova G.A. Sostoyanie vody v organicheskikh i neorganicheskikh soedineniyah / A.V. Karyakin, G.A. Krivencova. – M., 1973. – 175 s.
4. Zacepina G.N. Fizicheskie svojstva i struktura vody / G.N. Zacepina. – M., 1987. – 170 s.

## **THERMAL AND SPECTRAL ANALYSIS OF FIRE HAZARD OF BUILDING MATERIALS ON ORGANIC AND INORGANIC BASIS**

*The article presents the results of thermal and spectral analysis of inorganic and organic materials. The task of developing methods suitable for the study of a particular type of material is relevant in the investigation of fires. This also applies to building materials. On the one hand, they have a relative fire resistance, on the other their properties still change due to thermal effects. Quite often, in the case of fires, the structures are the only material left for the study. When choosing a method of research should take into account both its informativeness and complexity of use. The main task to be solved in the study of such structures is to determine the parameters of the thermal effect, in order to determine the pathways of combustion and fire. This implies a large volume of measurements. Studies were conducted on the device of synchronous thermal analysis STA 449 F5 Jupiter, which allows to measure changes in mass and thermal effects in a wide temperature range and IR Fourier spectrometer Tensor 27, which is designed to measure the optical transmission spectra, reflection in the IR range.*

**Key words:** *thermal analysis, IR spectroscopy, fire hazard.*

**Ганеев Артем Александрович,**

*кандидат химических наук,  
старший преподаватель кафедры основ гражданской обороны и управления в чрезвычайных ситуациях,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-920-22-69-219, kratos\_1987@mail.ru*

**Ganeev A.A.,**

*PhD in Chemistry,  
Senior Lecturer at the Department of Fundamentals of Civil Defense and Emergency Management,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Мещеряков Алексей Викторович,**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры основ гражданской обороны и управления в чрезвычайных ситуациях,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-920-40-23-859 Malviktp@gmail.com*

**Meshcheryakov A. V.,**

*Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of the Basics of Civil Defense and Emergency Management,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Чуйков Александр Митрофанович,**

*кандидат технических наук, доцент,  
начальник кафедры основ гражданской обороны и управления в чрезвычайных ситуациях,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-920-22-67-387, kratos\_1987@mail.ru*

**Chuikov A.M.,**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Head of the Department of Fundamentals of Civil Defense and Emergency Management,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*



## ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ГИДРИДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ

*М.М. Жуков, В.И. Кудряш, Ю.Н. Шалимов, А.В. Мальцев*

*В работе рассмотрены основные процессы, связанные с созданием физической модели технологии анодной обработки алюминиевой фольги, используемой для создания систем аккумулирования энергии. Показано, что основные затруднения при создании такой модели связаны со спецификой самого материала алюминия и его поведением в различных условиях обработки и эксплуатации.*

**Ключевые слова:** электрохимические системы, тепловые эффекты, процессы окисления, электронные структуры, алюмогидрид, физическая модель.

Всевозрастающие требования, предъявляемые к автономным источникам электропитания как по массогабаритным параметрам, так и по величине удельной энергоёмкости практически во всех областях их использования вызывают усиленный интерес к поиску, исследованию и разработке более эффективных устройств хранения электрической энергии. Как отмечалось ранее [1,2], достаточно перспективным представляется направление, связанное с использованием электрохимических систем с накоплением и использованием металлгидридной формы хранения энергии, интегрированной в структуру аккумулирующего устройства. При этом энергоёмкость таких систем в значительной мере будет определяться объёмной структурой и эффективной площадью поверхности электродов, в которых и будет происходить накопление энергии в форме металлгидридов. Поэтому анализ процессов, протекающих при электрохимическом формировании объёмных структур, и разработка их физических и математических моделей представляются, несомненно, актуальной задачей.

При разработке физической модели определимся, прежде всего, с характером и свойствами объекта, для которого необходимо разработать саму модель. Главное требование к свойствам такой модели – она должна быть открытого типа, то есть в результате ее разработки может быть раскрыт механизм физико-химического процесса, лежащего в основе технологии [1 – 4].

Несмотря на длительный период использования алюминия в технологии электронного машиностроения и приборостроения, по вопросу технологии его анодной обработки в настоящее время существуют, по крайней мере, две теории. Авторы первой считают, что основную роль в процессе образования пор в алюминии играют ионы хлора. Сторонники другой теории, к числу которых относятся и авторы этой статьи,

полагают, что инициаторами процесса являются ионы водорода ( $H^+$ ).

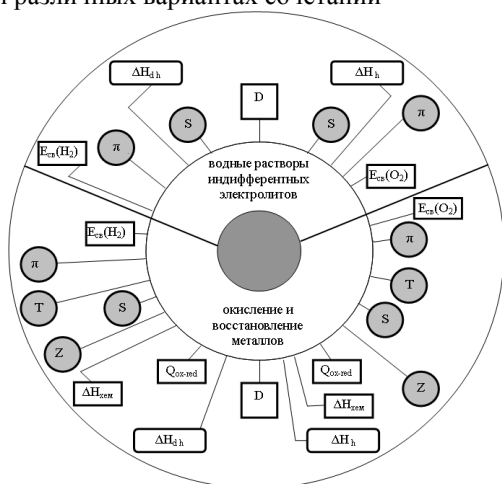
Столь принципиальное расхождение в понимании механизмов формирования поры необходимо было разрешить, поскольку ошибки и просчеты такого плана приводят к неверным оценкам возможностей систем аккумулирования энергии и, как следствие, к ошибочному выбору перспективных направлений их развития. При этом упор делался на результаты экспериментальных исследований. К сожалению, деградация экспериментальной базы научных исследований в нашей стране, ослабление связей науки с производством, по вполне очевидным причинам, существенно снижают их инновационный потенциал.

Алюминий как элемент, позволяющий аккумулировать большие запасы энергии, выбран нами не случайно и определяется его склонностью к образованию соединений с водородом и высокой энергоёмкостью таких соединений.

При разработке технологии анодного травления алюминиевой фольги было экспериментально установлено, что электродный потенциал анода при всех рабочих значениях плотности рабочего тока всегда отрицателен. В работе [5] нами было показано, что основным управляющим параметром технологического процесса является плотность анодного тока. Учитывая сверхвысокую склонность алюминия к пассивации с одновременно высоким отрицательным значением стандартного потенциала,  $E_{Al^{3+}/Al}^0 = -1,666V$ , можно сделать вывод об отсутствии прямого контакта чистого алюминия с водным раствором электролита. В степени окисления  $Al^{3+}$  ион алюминия обладает сильно выраженными гидрофильными свойствами, образуя гидратированный ион с молекулами воды. Для столь прочной координативной связи теплота гидратации составляет,  $E_{gid}(Al^{3+}) = 4548J/mol$ . Особо

примечательным свойством алюминия является его ступенчатый переход при ионизации атома. При этом изменение энергии молизации по ступеням составляет:  $E_1=5,9\text{eV}$ ;  $E_2=18,8\text{eV}$ ;  $E_3=28,4\text{eV}$  соответственно.

Тепловой эффект при таком поглощении энергии создает условия для диффузии кислорода к глубинным слоям свободных атомов алюминия. Такое предположение определяет логическую трактовку механизма анодного растворения алюминия. В качестве дополнительного аргумента предлагаемой физической модели рассмотрим влияние тепловых эффектов различной природы на кинетику электрохимических и химических реакций в электрохимических системах. На рис. 1 приведена номограмма тепловых эффектов на электродах при различных вариантах сочетаний



**Рис. 1.** Тепловые эффекты реакций на электродах и в электролите – Эффекты:  $\pi$  – Пельтье, Т – Томсона, Z – Зеебека, S – Сорэ; теплоты  $\Delta H_{\text{хем}}$  – хемосорбции,  $Q_{\text{ox-red}}$  – окислительно-восстановительных реакций,  $E_{\text{св}}(\text{H}_2)$  – молизации  $\text{H}_2$ ,  $E_{\text{св}}(\text{O}_2)$  – молизации  $\text{O}_2$ ,  $\Delta H_{\text{h}}$  – гидратации ионов,  $\Delta H_{\text{dh}}$  – дегидратации ионов; D – тепловой эффект Джоуля [5]

Профессор Н.Н. Бекетов связывал знак и величину теплового эффекта с изменением природы вещества. Попытка создания, казалось бы, такой изученной давно и подробно физической модели наталкивается на «неоспоримые» на первый взгляд факты. Например, почему, по нашему мнению, на аноде возможен процесс окисления  $\text{H}_2\text{O}$ ? Действительно, при измеряемых величинах температуры потенциал разложения не соответствует возможности протекания процесса окисления воды. Поскольку анализ поляризационных кривых на алюминии показал, что при данном значении потенциала алюминиевого электрода на аноде запрещен процесс окисления воды в условиях комнатной

температуры. Полная формула для потенциала окисления

$$E_{\text{дaсe}} = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln(C) \quad (1)$$

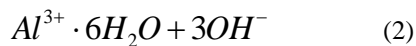
Обычно значение второго слагаемого считают пренебрежимо малым. Однако, принимая во внимание, что температурный скачок в зоне реакции может достигать значений на два порядка больше, чем комнатная температура, что подтверждается температурными эффектами, в реальных условиях на аноде осуществляется процесс окисления воды, который приводит к появлению свободного кислорода и ионов водорода. Доказательством служит экспериментальное подтверждение данного факта (рис. 2 – пузырьки кислорода).



**Рис. 2.** Фото эксперимента электролиза 15% водного раствора хлорида натрия

Изучение процессов формирования объемных структур электрохимическим способом является одной из важнейших задач. Исследование роста поры связано с зависимостью растворения алюминия от водородного показателя раствора. Значение водородного показателя определяет пассивное состояние алюминия при определенных значениях pH. В сильно кислых средах алюминий способен растворяться, если речь не идет о его возможности пассивации в определенных концентрированных кислотах. Например, он не растворяется в холодной азотной, серной и ортофосфорной кислотах. Но алюминий, согласно его свойствам амфотерности, легко растворяется в щелочных растворах при  $\text{pH} > 10,5$ . Управление концентрацией ионов водорода происходит за счет их специфического взаимодействия с кислородом, входящим в состав оксида алюминия. Для обеспечения pH на дне поры используют электрохимическое воздействие тока, который фактически позволяет как растворять оксид алюминия, так и его образовывать. Это является особенностью алюминия, у которого окислительно-восстановительный потенциал расширяет пассивационный интервал при анодной обработке.

В процессе взаимодействия с кислородом ионов  $H^+$  образуется ион  $OH^-$  и таким образом оксид алюминия переходит в структуру сильно гидратированного гидроксид иона комплексного типа, которая может быть записана в следующем виде:



Возможность образования гидрооксокомплекса обусловлена высокой гидрофильностью иона  $Al^{3+}$ , имеющего электронную оболочку инертного газа неона:  $Al^{3+} - 1s^2 2s^2 2p^6$ . В то же время на аноде протекает процесс параллельной реакции окисления воды:



Молекула  $O_2$  образуется в процессе дезинтеграции двух атомов  $O$ , которые диффундируют вглубь атомной структуры с образованием по первой ступени окисления двух свободных атомов алюминия с атомом кислорода с образованием молекулы  $Al_2O$ . Образование соединения  $AlO$  протекает по схеме:



Наконец, с потерей 3-го электрона в структуре нейтрального атома алюминия две молекулы  $AlO$ , принимая очередной атом кислорода, образуют оксид алюминия со структурой  $Al_2O_3$ . Такой процесс становится вероятным в условиях повышения температуры в зоне реакции до значений, при которых диффузия атомов кислорода осуществляется в пределах разрешенных значений скорости диффузии. Таким образом, весь процесс анодного окисления алюминия укладывается в общую закономерность, наблюдаемую на практике при анодном растворении алюминия в водном растворе  $NaCl$ , когда алюминиевая фольга (чистый алюминий с оксидной пленкой), окисляясь на аноде, переходит в раствор в виде гидрооксокомплекса ( $Al^{3+} \cdot 6H_2O + 3OH^-$ ). При этом потеря в весе точно соответствует перешедшим в гидрооксокомплекс соединениям алюминия. Гидрооксокомплекс представляет собой реологическую жидкость, которая вследствие физического расслоения оседает на дно электролизера и выгружается в виде тестообразной массы как продукт утилизации, обладающий хорошими вяжущими свойствами и пригодный для применения в строительной отрасли (рис. 3).

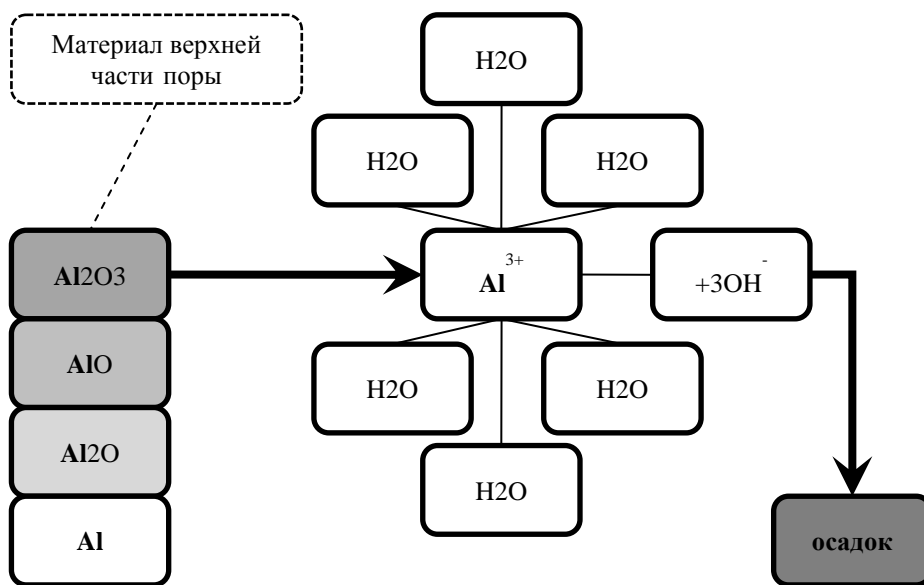


Рис. 3. Механизм процесса анодной обработки алюминия

На рис. 4. показано характерное изменение морфологии поры в зависимости от плотности анодного поляризующего тока. Такая закономерность позволяет установить, что увеличение плотности тока выше определенного

оптимального значения приводит не к увеличению поверхности электрода, а к уменьшению толщины фольги. То есть фактически мы не можем получить структуры с высокой степенью развития поверхности.

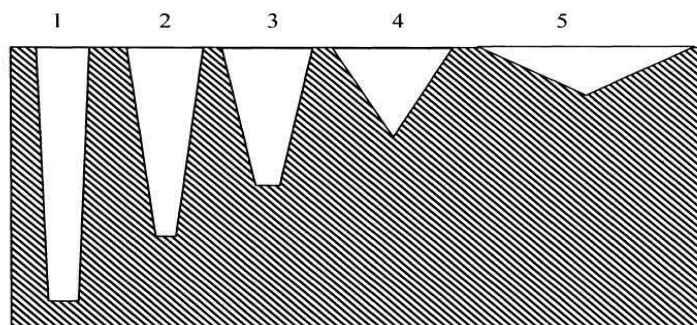


Рис. 4. Схематическое изображение формируемой поры для фольги из алюминия в зависимости от плотности тока. Плотность тока: 1 – 1 А/дм<sup>2</sup>; 2 – 2 А/дм<sup>2</sup>; 3 – 3 А/дм<sup>2</sup>; 4 – 4 А/дм<sup>2</sup>; 5 – 5 А/дм<sup>2</sup>

В общем случае зависимость степени развития поверхности от технологических параметров может быть выражена уравнением вида:  $S_p = f(i_a, t, C, \tau)$ , где  $S_p$  – площадь развития поверхности,  $i_a$  – плотность тока,  $t$  – температура электролита,  $C$  – концентрация ионов  $Cl$ ,  $\tau$  – продолжительность анодной обработки. Функциональная зависимость имеет явно выраженный максимум при плотности тока 18 – 20 А/дм<sup>2</sup>, температуре 40 – 45°C, концентрации 15%, времени электролиза 60 с. Но определяющим параметром является плотность поляризующего тока.

На основании предложенной модели могут быть получены и реализованы основные этапы технологии создания накопителей энергии с использованием алюмогидридов. Известно, что алюминий образует гидриды общей формулы  $(AlH_3)_n$ . Структура такого типа представляет собой объемную молекулу, имеющую в основании бензольное кольцо с тремя ярусами структуры. Но формирование такого типа

молекулы в компактном алюминии представляет определенные технические и технологические трудности, поскольку деформация материала должна иметь предельные расширения до 22% в каждом направлении. Поэтому нами поставлена другая задача – формирование гидридов по дефектам структуры атомных связей [5]. Аккумулирование водорода в этих условиях позволяет создать накопитель, теоретическая энергия аккумулирования которого лежит в пределах 3,2 кВт/дм<sup>3</sup> материала изготовления. Задачи зарядки этой системы и процессы формирования дефектов требуют дополнительного изучения. Таким образом, полученные результаты могут быть использованы при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, необходимых для изготовления опытных образцов аккумулятора на основе гидрида алюминия и отработки на них параметров технологического процесса для их дальнейшего производства.

#### Библиография

1. Кудряш В.И. Водородные технологии в альтернативной энергетике / В.И. Кудряш, М. Лутовац, С.А. Соколов, В.И. Федянин, Ю.Н. Шалимов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – №3(15). – С. 66-74.
2. Хейфец Л.И., Гольдберг А.Б. Математическое моделирование электрохимических реакторов / Л.И. Хейфец, А.Б. Гольдберг // Электрохимия. – Т. XXV. – Вып. 1. – С. 3-32.
3. Ньюмен Дж. Электрохимические системы. – М.: Мир, 1973. – 464 с.
4. Чизмаджев Ю.А., Маркин В.С., Тарасевич М.Р., Чирков Ю.Г. Макрокинетика процессов в пористых средах / Ю.А. Чизмаджев, В.С. Маркин, М.Р. Тарасевич, Ю.Г. Чирков. – М.: Наука, 1971. – 360 с.
5. Шалимов Ю.Н. Процессы взаимодействия водорода с металлами в электрохимических системах / Ю.Н. Шалимов, В.И. Парфенюк., Ю.В. Литвинов, В.И. Кудряш, Е.Л. Харченко, Н.В. Гаврилова, Д.Л. Шалимов, Е.С. Миленина // Известия высших учебных заведений. Серия: химия и химическая технология. – 2009. – Т. 52. – №5. – С. 62–66.

#### References

1. Kudryash V.I. Vodorodnye tekhnologii v al'ternativnoj ehnergetike / V.I. Kudryash, M. Lutovac, S.A. Sokolov, V.I. Fedyanin, YU.N. SHalimov // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii. – 2015. – №3(15). – S. 66-74.
2. Hejfec L.I., Gol'dberg A.B. Matematicheskoe modelirovanie ehlektrohimijskih reaktorov / L.I. Hejfec, A.B. Gol'dberg // EHlektrohimiya. – T. XXV. – Vyp. 1. – S. 3-32.
3. N'yumen Dzh. EHlektrohimijskie sistemy. – M.: Mir, 1973. – 464 s.
4. CHizmadzhev YU.A., Markin V.S., Tarasevich M.R., CHirkov YU.G. Makrokinetika processov v poristyh sredah / YU.A. CHizmadzhev, V.S. Markin, M.R. Tarasevich, YU.G. CHirkov. – M.: Nauka, 1971. – 360 s.
5. SHalimov YU.N. Processy vzaimodejstviya vodoroda s metallami v ehlektrohimijskih sistemah / YU.N. SHalimov, V.I. Parfenyuk., YU.V. Litvinov, V.I. Kudryash, E.L. Harchenko, N.V. Gavrilova, D.L. SHalimov, E.S. Milenina // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya: himiya i himicheskaya tekhnologiya. – 2009. – T. 52. – №5. – S. 62–66.

## **PHYSICAL MODEL OF THE ELECTROCHEMICAL FORMATION OF THE STRUCTURE OF THE SURFACE OF AN ALUMINUM ELECTRODE FOR HYDRIDE ACCUMULATOR BATTERIES**

*The paper discusses the main processes associated with the creation of a physical model of anodic processing technology for aluminum foil used to create energy storage systems. It is shown that the main difficulties in creating such a model are related to the specifics of the aluminum material itself and its behavior in various processing and operating conditions.*

**Keywords:** *electrochemical systems, thermal effects, oxidation processes, electronic structures, aluminum hydride, physical model.*

**Жуков Михаил Михайлович,**

*начальник кафедры радиотехники и электроники, кандидат технических наук,  
Воронежский институт МВД России,  
Россия, г. Воронеж,  
телефон: 8-908-137-65-51,  
e-mail: mzhukov24@mvd.ru,*

**Zhukov M.M.,**

*Head of the Department of Radio Engineering and Electronics, Candidate of Technical Sciences,  
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Кудряш Владлен Иванович,**

*доцент кафедры радиотехники и электроники, кандидат физико-математических наук,  
Воронежский институт МВД России,  
Россия, г. Воронеж,  
телефон: 8-920-400-08-06,  
e-mail: kudrjash\_vi@mail.ru*

**Kudryash V.I.,**

*Associate Professor, Department of Radio Engineering and Electronics, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Шалимов Юрий Николаевич,**

*доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник кафедры самолетостроения,  
Воронежский государственный технический университет,  
Россия, г. Воронеж,  
телефон: 8-905-053-45-73,  
e-mail: shalimov\_yn@mail.ru*

**Shalimov Y.N.,**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Chief Researcher of the Department of Aircraft,  
Voronezh State Technical University,  
Russia, Voronezh.*

**Мальцев Александр Владимирович,**

*кандидат технических наук,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
телефон: 8-920-460-30-92,  
e-mail: fastmen@list.ru,*

**Maltsev A.V.,**

*Candidate of Technical Sciences,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

## ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ АМИНОВ И АМИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕСКРИПТОРНОГО МЕТОДА

*Ю.Н. Сорокина, А.В. Калач, А.Г. Горшков*

*Проведен анализ зависимости температуры вспышки от молекулярного строения аминов и амидов карбоновых кислот. Установлен линейный характер зависимости температуры вспышки аминов от молекулярной массы в гомологических рядах. Изучена корреляция между строением молекул, температурой вспышки и молекулярными дескрипторами. Выведены аналитические зависимости для оценки температуры вспышки алифатических и ароматических аминов и третичных амидов карбоновых кислот на основе молекулярных дескрипторов. По результатам апробации уравнений средняя квадратическая погрешность оценки температуры вспышки составила не более 10 К.*

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, температура вспышки, амины, амиды, молекулярные дескрипторы.

Одной из основных мер защиты от пожаров является проведение оценки пожарного риска, для чего необходимо проанализировать все возможные сценарии возникновения пожароопасных ситуаций, рассчитать вероятность их появления и рассмотреть возможные последствия. На основе результатов оценки пожарного риска делается заключение о его приемлемости и при необходимости разрабатываются мероприятия по снижению вероятности возникновения пожара или уменьшению его последствий.

При расчете пожарных рисков производственных объектов, функционирование которых непосредственно связано с применением горючих химических соединений, требуются данные по показателям пожароопасности веществ: температурам вспышки и самовоспламенения, концентрационным и температурным пределам распространения пламени, массовой скорости выгорания. Показатели пожароопасности определяются экспериментально в соответствии с ГОСТ 12.1.044–89\*, данные по пожароопасным свойствам веществ и материалов приведены в справочной литературе [1, 2], электронных базах данных [3, 4] и паспортах безопасности химических корпораций [5].

В ГОСТ 12.1.044–89\* допускается использование как экспериментальных, так и расчетных значений показателей пожароопасности при условии, что расчетный метод апробирован и имеет удовлетворительную точность. Поскольку органические соединения, благодаря явлению изомерии, весьма разнообразны, осуществить экспериментальное измерение пожароопасных показателей для всех существующих изомеров не представляется возможным. Поэтому разработка простых и

универсальных расчетных методов оценки пожароопасных свойств является актуальной задачей, о чем свидетельствуют имеющиеся в открытой печати публикации [6 – 8]. Основой для разработки расчетных методов определения показателей пожароопасности является достаточно обширная база экспериментальных данных.

Аналитические методы определения пожароопасных свойств должны удовлетворять следующим требованиям:

- отсутствие необходимости в использовании физико-химических параметров, определяемых экспериментальным путем;
- минимальное количество переменных;
- применение несложных аналитических зависимостей;
- простой алгоритм использования метода.

В наибольшей степени перечисленным требованиям удовлетворяют методы QSPR (Quantitative structure property relationship), основанные на установлении взаимосвязи пожароопасных показателей со строением молекул [9, 10].

В настоящей работе в качестве пожароопасного показателя рассматривается температура вспышки ( $T_{всп}$ ), что обусловлено наиболее широкой базой экспериментальных данных. В качестве исследуемых соединений выбраны органические вещества, содержащие аминогруппу – амины и амиды карбоновых кислот. Амины и амиды характеризуются очень широким спектром применения: используются в синтезе лекарственных препаратов, инсектицидов, минеральных удобрений, гербицидов, репеллентов, красителей, в качестве растворителей, вспомогательных компонентов при производстве резины, эпоксидных смол, в литейном и металлопрокатном производстве, в

изготовлении текстиля, бумаги, искусственной кожи. Служат сырьем для производства ракетного топлива, ингибиторов коррозии, полимеров, взрывчатых веществ. В то же время амины и амиды являются очень токсичными, а некоторые из них – канцерогенными веществами, что создает определенные трудности при непосредственной работе с данными соединениями. В связи с этим разработка аналитических методов оценки температуры вспышки указанных соединений является актуальной задачей.

В литературе имеются публикации, посвященные разработке методов оценки температуры вспышки аминов с помощью «правила углеродной цепи» [12, 13] и с помощью фрагментных дескрипторов [14]. Целью настоящей работы является получение аналитической зависимости для оценки температуры вспышки исследуемых соединений на основе молекулярных дескрипторов. Для этого сформированы базы данных по температурам вспышки алифатических аминов (95 соединений), ароматических аминов (92 соединения) и амидов (30 соединений) [1 – 5].

В результате анализа взаимосвязи температуры вспышки со строением молекул выявлен ряд закономерностей:

– с увеличением молекулярной массы (длины углеродной цепи) температура вспышки возрастает, причем для гомологов подобного строения эта зависимость имеет линейный характер с высоким коэффициентом корреляции (рис. 1);

– для аминов с одинаковой молекулярной массой температура вспышки убывает в ряду: первичные < вторичные < третичные;

– при разветвлении углеродной цепи температура вспышки снижается;

– если атом азота аминогруппы не связан непосредственно с бензольным ядром, то при равной молекулярной массе такое соединение имеет более низкую температуру вспышки;

– при одинаковой молекулярной массе однозамещенные гомологи анилина имеют более низкие температуры вспышки по сравнению с дву- и более замещенными;

– гомологи анилина, молекулы которых содержат заместители в пара-положениях, имеют более низкие температуры вспышки, чем соединения с заместителями в орто- и мета-положениях;

– замещение атомов водорода в аминогруппе на углеводородные радикалы способствует существенному снижению температуры вспышки амидов.

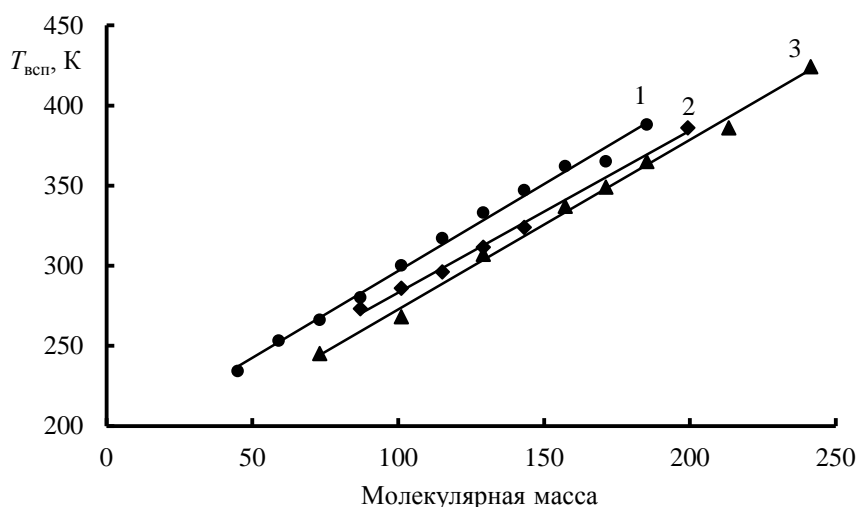


Рис. 1. Зависимость температуры вспышки аминов от молекулярной массы в гомологических рядах: 1 – н-алкиламины; 2 – метил-н-алкиламины; 3 – диметил-н-алкиламины

Линейный характер зависимости температуры вспышки от молекулярной массы в рамках гомологического ряда (рис. 1) позволил установить взаимосвязь данного показателя с величинами энергии Гельмгольца [14] и предложить простейший метод оценки температуры вспышки по молекулярной массе для гомологов подобного строения [15].

Для каждого из исследуемых соединений рассчитан набор дескрипторов, включающий

конституциональные дескрипторы, топологические индексы, геометрические индексы, электростатические дескрипторы, дескрипторы частично заряженной площади поверхности. Выбор дескрипторов для получения аналитических зависимостей осуществлялся исходя из условий:

– значения дескрипторов должны существенно изменяться при изменении структуры молекул исследуемых соединений;

– значения дескрипторов должны удовлетворительно коррелировать с температурой вспышки.

В ходе исследований установлено, что достаточной информативностью с точки зрения приведенных выше условий обладают следующие дескрипторы (табл. 1) [16].

Таблица 1

**Характеристика дескрипторов, использованных для получения аналитических зависимостей**

Название дескриптора	Обозначение	Характеристика
Индекс Винера	$W$	Описывает только скелет молекулы без учета вида атомов, присутствующих в ней. Учитывает количество и положение ответвлений от основной углеродной цепи.
Индекс Рандича	$\chi$	Учитывает количество разветвлений в молекулах и повышается с увеличением их числа и длины углеродной цепи.
Гравитационный индекс (все пары)	$G_p$	Определяется только составом вещества и имеет одинаковые значения для всех изомеров.
Гравитационный индекс (все связи)	$G_b$	Учитывает виды атомов, входящих в состав соединения, характеризует как строение скелета молекулы, так и положение функциональной группы.
Площадь поверхности молекулы	$S_M$	Характеризует скелет молекулы, уменьшается при ее разветвлении.
Молекулярный объем	$V_M$	Зависит от наличия и количества разветвлений в структуре молекулы.
Частично положительно заряженная поверхность	$PPSA1$	Объединяет информацию о площади поверхности молекулы и частичных зарядах на атомах.

В ходе анализа выявлено, что все приведенные в табл. 1 дескрипторы характеризуются достаточно высокой корреляцией ( $R^2 = 0,85 - 0,95$ ) с температурой вспышки, причем только для индекса Винера эта взаимосвязь удовлетворительно описывается степенной функцией, а для остальных дескрипторов носит линейный характер.

Для каждого из исследуемых гомологических рядов были сформированы обучающие и контрольные выборки. Обучающие

выборки включали 7 – 10 соединений и использовались для вывода аналитических зависимостей. Имеющиеся литературные данные по температурам вспышки позволили получить аналитические зависимости для первичных, вторичных и третичных аминов, а также для гомологического ряда третичных алифатических амидов. Контрольные выборки применяли для оценки адекватности полученных уравнений. Полученные аппроксимационные зависимости и их характеристики приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Аппроксимационные уравнения для прогнозирования температуры вспышки и результаты их апробации**

Класс соединений	Уравнение для прогнозирования $T_{всп}$ , К	$R^2$	№ уравнения	Результаты апробации	
				Среднее абсолютное отклонение, К	Средняя квадратическая погрешность, К
Первичные алифатические амины	$T_{всп} = 189,835 + 0,074G_b + 0,28S_M - 0,118V_M + 0,123PPSA1$	0,9976	(1)	7,7	9,8
Вторичные алифатические амины	$T_{всп} = 172,8 + 0,582S_M$	0,991	(2)	4,5	6,6
Третичные алифатические амины	$T_{всп} = 191,467 + 14,122\chi + 0,753G_b - 0,153G_p + 0,191S_M - 2,471V_M$	0,9943	(3)	7,2	9,7



Первичные бензоламины	$T_{всп} = 291,8 + 0,52V_M$	0,9950	(4)	4,4	5,0
Вторичные бензоламины	$T_{всп} = 303,1 + 0,322S_M$	0,9871	(5)	3,0	3,5
Третичные бензоламины	$T_{всп} = 254,8W^{0,07}$	0,9690	(6)	5,8	7,7
Первичные фенилалкиламины	$T_{всп} = 256,518 - 9,737W^{0,4357} + 0,036G_b + 0,435S_M + 0,251PPSA1$	0,9466	(7)	2,4	3,1
Третичные алифатические амиды	$T_{всп} = 296,255 + 0,716S_M - 0,634V_M + 0,061PPSA1$	0,9993	(8)	5,5	6,4

В качестве примера на рис. 2 показана корреляция ( $R^2 = 0,9642$ ) между экспериментальными и расчетными значениями температуры вспышки для алифатических аминов. Расчет температур вспышки соединений

осуществлялся по уравнениям (1) – (3). В табл. 3 приведены результаты апробации уравнения (8) для гомологического ряда третичных алифатических амидов.

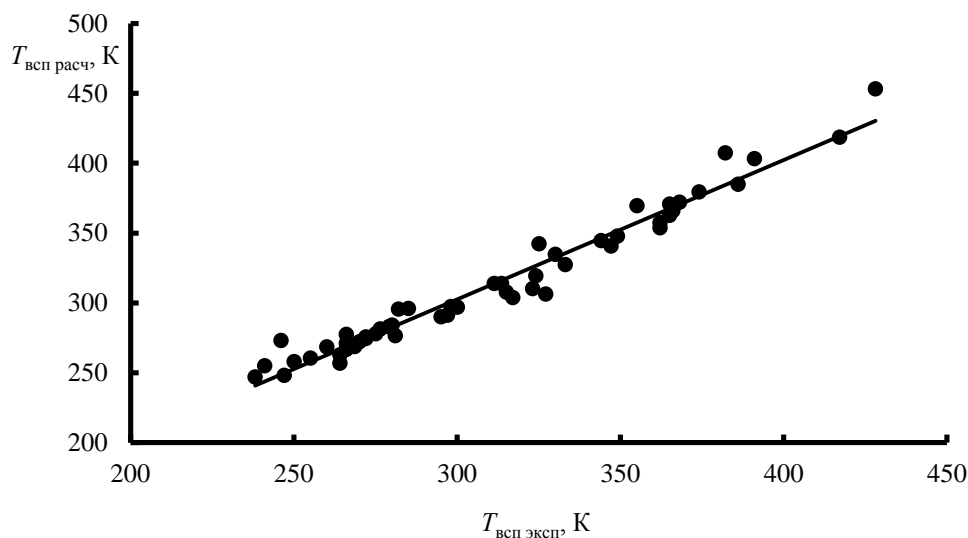


Рис. 2. Корреляция между экспериментальными и расчетными значениями температуры вспышки алифатических аминов

Таблица 3  
Результаты апробации уравнения (8) на контрольной выборке третичных алифатических амидов

Название соединения	$T_{всп}, K$		$\Delta T, K$
	Справочная	Расчетная	
N,N-диэтилметанамид	338,15	340,97	2,8
N,N-диметилэтанамид	336,15	328,18	8,0
N,N-диэтилпропанамид	346,15	351,39	5,2
N,N-диизопропилэтанамид	348,15	352,02	3,9
N,N-дипропилэтанамид	351,15	353,01	1,9
N,N-дипропилметанамид	357,15	349,46	7,7
N,N-дибутилпропанамид	365,65	377,57	11,9
N,N-дибутилэтанамид	380,15	377,39	2,8
N,N-диэтилодеканамид	–	437,12	–
N,N-диэтилоктадеканамид	–	495,77	–
Среднее абсолютное отклонение, K			5,5
Средняя квадратическая погрешность, K			6,4

Из данных табл. 2, 3 и рис. 2 следует, что полученные уравнения позволяют с удовлетворительной точностью оценить температуру вспышки исследуемых соединений. Наибольшее значение средней квадратичной погрешности составляет ~10 К (°С), что ниже погрешности стандартного метода расчета температуры вспышки (ГОСТ 12.1.044–89\*). Среднее абсолютное отклонение не превышает 8 К (°С).

Достоверность и теоретическая

обоснованность предлагаемого метода оценки температуры вспышки подтверждается его удовлетворительной работой на достаточно больших контрольных выборках (16 – 20 соединений) и минимальным количеством веществ, входящих в обучающую выборку. Преимуществами предлагаемого метода прогнозирования температуры вспышки является его простота и удовлетворительная точность, а также отсутствие необходимости использования дополнительных экспериментальных данных.

### Библиография

1. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд. в 2 книгах / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. 1. – 713 с.; Ч. 2. – 774 с.
2. Земский Г.Т. Физико-химические и огнеопасные свойства органических химических соединений: справ. изд. в 2-х кн. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – Кн. 1. – 502 с.; кн. 2. – 458 с.
3. База данных химических соединений PubChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/>(дата обращения 08.10–15.10.2018).
4. База данных химических соединений ChemSpider [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/> (дата обращения 08.10–15.10.2018).
5. Сайт компании Sigma-Aldrich [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog> (дата обращения 08.10–15.10.2018).
6. Алексеев С.Г. Методы прогнозирования основных показателей пожарной опасности органических соединений / С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин // Научный журнал УИ ГПС МЧС России. – 2015. – № 2. – С. 4–14.
7. Vidal M., Rogers W.J., Holste J.C. Mannan M.S. A review of estimation methods for flash points and flammability limits // Process Safety Progress. – 2004. – Vol. 23 (1). – P. 47 – 55.
8. Королев Д.С. Сравнительный анализ способов прогнозирования физико-химических свойств веществ / Д.С. Королев, А.В. Калач, Ю.Н. Сорокина // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 78 – 84.
9. Алексеев К.С. Прогнозирование физико-химических и пожароопасных показателей с помощью правил углеродной цепи. 1. Алканы / К.С. Алексеев, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин // Журнал сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 219 – 229.
10. Костин А.А. О связи показателей пожарной взрывоопасности со строением в ряду органических соединений / А.А. Костин, Ю.М.

### References

1. Korol'chenko A.YA. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ih tusheniya: sprav. izd. v 2 knigah / A.YA. Korol'chenko, D.A. Korol'chenko. – M.: Ass. «Pozhnauka», 2004. – CH. 1. – 713 s.; CH. 2. – 774 s.
2. Zemskij G.T. Fiziko-himicheskie i ogneopasnye svojstva organicheskikh himicheskikh soedinenij: sprav. izd. v 2-h kn. – M.: FGU VNIPO MCHS Rossii, 2009. – Kn. 1. – 502 s.; kn. 2. – 458 s.
3. Baza dannyh himicheskikh soedinenij PubChem [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/>(data obrashcheniya 08.10–15.10.2018).
4. Baza dannyh himicheskikh soedinenij ChemSpider [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.chemspider.com/> (data obrashcheniya 08.10–15.10.2018).
5. Sajt kompanii Sigma-Aldrich [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog> (data obrashcheniya 08.10–15.10.2018).
6. Alekseev S.G. Metody prognozirovaniya osnovnykh pokazatelej požharoopasnosti organicheskikh soedinenij / S.G. Alekseev, N.M. Barbin // Nauchnyj zhurnal UI GPS MCHS Rossii. – 2015. – № 2. – S. 4–14.
7. Vidal M., Rogers W.J., Holste J.C. Mannan M.S. A review of estimation methods for flash points and flammability limits // Process Safety Progress. – 2004. – Vol. 23 (1). – P. 47 – 55.
8. Korolev D.S. Sravnitel'nyj analiz sposobov prognozirovaniya fiziko-himicheskikh svojstv veshchestv / D.S. Korolev, A.V. Kalach, YU.N. Sorokina // Vestnik universiteta grazhdanskoj zashchity MCHS Belarusi. – 2016. – № 1. – S. 78 – 84.
9. Alekseev K.S. Prognozirovanie fiziko-himicheskikh i požharoopasnykh pokazatelej s pomoshch'yu pravil uglerodnoj cepi. 1. Alkanali / K.S. Alekseev, S.G. Alekseev, N.M. Barbin // Zhurnal sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Himiya. – 2018. – T. 11, № 2. – S. 219 – 229.
10. Kostin A.A. O svyazi pokazatelej požharovzryvoopasnosti so stroeniem v ryadu organicheskikh soedinenij / A.A. Kostin, YU.M. Litvinov, M.V. Korol'kov // Bezopasnost' truda v

Литвинов, М.В. Корольков // *Безопасность труда в промышленности*. – 2018. – № 6. – С. 52 – 58.

11. Смирнов В.В. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XIV. Алкиламины / В.В. Смирнов, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2014. – Т. 23, № 11. – С. 27–37.

12. Смирнов В.В. Прогнозирование температуры вспышки диалкиламинов / В.В. Смирнов, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин // *Журнал сибирского федерального университета. Серия: Химия*. – 2016. – Т. 9, № 1. – С. 68 – 77.

13. Keshavars M.H., Moradi S., Madram A.R., Pouredal H.R., Esmailpour K., Shokrolahi A. Reliable method for prediction of the flash point of various classes of amines on the basis of some molecular moieties for safety measures in industrial processes // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. – 2013. – № 26. – P. 650 – 659.

14. Сунцов Ю.К. Взаимосвязь энергии Гельмгольца с температурой вспышки веществ в гомологическом ряду n-алкиламинов / Ю.К. Сунцов, Ю.Н. Сорокина, А.М. Чуйков // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2017. – Т. 26, № 4. – С. 21 – 28.

15. Сорокина Ю.Н. Оценка температуры вспышки алифатических аминов в гомологических рядах по молекулярной массе / Ю.Н. Сорокина, Е.Г. Макаров // *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с междунар. уч. 19 апр. 2018 г.* – Воронеж: Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России., 2018. – С. 408 – 410.

16. Калач А.В. Deskriptornyj metod v prognozirovanii požaropasnosti organicheskikh soedinenij / А.В. Калач, Ю.Н. Сорокина, Т.В. Черникова, А.М. Чуйков // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2014. – Т. 23, № 9. – С. 38 – 44.

*promyshlennosti*. – 2018. – № 6. – S. 52 – 58.

11. Smirnov V.V. Svyaz' pokazatelej požarnoj opasnosti s himicheskim stroeniem. XIV. Alkilaminy / V.V. Smirnov, S.G. Alekseev, N.M. Barbin // *Pozharovzryvobezопасnost'*. – 2014. – Т. 23, № 11. – S. 27–37.

12. Smirnov V.V. Prognozirovanie temperatury vspyshki dialkilaminov / V.V. Smirnov, S.G. Alekseev, N.M. Barbin // *ZHurnal sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Himiya*. – 2016. – Т. 9, № 1. – S. 68 – 77.

13. Keshavars M.H., Moradi S., Madram A.R., Pouredal H.R., Esmailpour K., Shokrolahi A. Reliable method for prediction of the flash point of various classes of amines on the basis of some molecular moieties for safety measures in industrial processes // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. – 2013. – № 26. – P. 650 – 659.

14. Suncov YU.K. Vzaimosvyaz' ehnergii Gel'mgol'ca s temperaturoj vspyshki veshchestv v gomologicheskom ryadu n-alkilaminov / YU.K. Suncov, YU.N. Sorokina, A.M. CHujkov // *Pozharovzryvobezопасnost'*. – 2017. – Т. 26, № 4. – S. 21 – 28.

15. Sorokina YU.N. Ocenka temperatury vspyshki alifaticheskikh aminov v gomologicheskikh ryadah po molekulyarnoj masse / YU.N. Sorokina, E.G. Makarov // *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij: sb. st. po materialam IX Vseros. nauch.-prakt. konf. kursantov, slushatelej, studentov i molodyh uchenyh s mezhdunar. uch. 19 apr. 2018 g.* – Voronezh: Voronezhskij isntitut – filial FGBOU VO Ivanovskoj požarno-spatatel'noj akademii GPS MCHS Rossii., 2018. – S. 408 – 410.

16. Kalach A.V. Deskriptornyj metod v prognozirovanii požaropasnosti organicheskikh soedinenij / A.V. Kalach, YU.N. Sorokina, T.V. CHernikova, A.M. CHujkov // *Pozharovzryvobezопасnost'*. – 2014. – Т. 23, № 9. – S. 38 – 44.

## **EVALUATION OF FIRE HAZARD PROPERTIES OF AMINES AND AMIDES USING THE DESCRIPTORS METHOD**

*The dependence of the flash point on the molecular structure of amines and amides of carboxylic acids has been analyzed. The linear character of the dependence of the flash point of amines on the molecular weight in homologous series is established. The correlation between the molecular structure, flash point and molecular descriptors was studied. Analytical dependencies for estimating the flash point of aliphatic and aromatic amines and tertiary amides of carboxylic acids based on molecular descriptors are derived. According to the results of testing the equations, the standard quadratic error in estimating the flash point was no more than 10 K.*

**Keywords:** fire safety, flash point, amines, amides, molecular descriptors.

**Сорокина Юлия Николаевна,**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры естественно-научных дисциплин,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-  
спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-906-585-80-01,  
sorokina-jn@mail.ru,*

**Sorokina Yu.N.,**

*Candidate of Technical Sciences, associate professor,  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of  
State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*

**Калач Андрей Владимирович,**

*доктор химических наук, профессор,  
начальник кафедры безопасности информации и защиты сведений,  
составляющих государственную тайну,  
ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-904-211-73-74, a\_kalach@mail.ru*

**Kalach A.V.,**

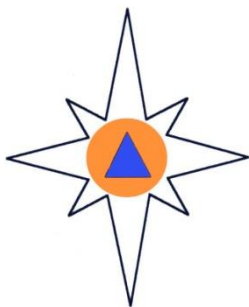
*Doctor of Chemical Sciences, professor,  
FKOU IN Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia  
Russia, Voronezh.*

**Горшков Александр Геннадьевич,**

*кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры естественно-научных дисциплин,  
Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-  
спасательной академии ГПС МЧС России,  
Россия, г. Воронеж,  
8-915-546-61-71, gorasic@mail.ru*

**Gorshkov A.G.,**

*candidate of Physical and Mathematical Sciences  
Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of  
State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,  
Russia, Voronezh.*



## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 368.11

### ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ

*М.Б. Шмырева, Е.В. Шкарупета, М.А. Колодко, О.А. Логачев*

*Цифровизация экономики открывает новые возможности для промышленности, в частности, в обрабатывающих отраслях и связанной с ними сфере услуг по преобразованию производственных процессов и бизнес-моделей, а также повышению в среднесрочной и долгосрочной перспективе темпов экономического роста. Значительный прогресс отмечается во многих развивающихся технологиях, таких как интернет вещей, большие данные, облачные компьютерные технологии, искусственный интеллект, робототехника, промышленное производство на основе аддитивных технологий, новые материалы, дополненная реальность, нанотехнологии и биотехнологии. Технологические разработки подобного рода делают возможными умное производство, адаптацию к требованиям заказчика, совместное производство и появление других новых способов производства и бизнес-моделей. Однако в этих новых условиях предприятия, рабочие, потребители, правительства и другие заинтересованные стороны сталкиваются также с проблемами. Авторами исследованы цели повышения технологической устойчивости функционирования промышленной системы, современное состояние и зарубежный опыт рассматриваемой проблемы. Рассмотрены передовые и платформенные (сквозные) производственные технологии, современные технологические пакеты, применение которых обеспечит технологическую устойчивость функционирования и развития промышленных систем.*

**Ключевые слова:** *технологическая устойчивость, сквозные технологии, промышленный пакет, цифровая трансформация, технологическое развитие, технологический рывок, прорывное развитие.*

Актуальность темы исследования объясняется современными реалиями, когда непрерывно усложняются производственные процессы и конечная продукция, быстро устаревают любые инженерно-технические и технологические компетенции. Обеспечение глобальной конкуренции требует от промышленных систем совершения прорывного развития, технологического рывка, предельно коротких циклов разработки, низких цен и высокого качества продукции. Для удовлетворения этим требованиям в мире происходит глобальная цифровая трансформация экономики в цифровую экономику, а

высокотехнологичной промышленности – в цифровую промышленность. Эти явления Четвертой промышленной революции в полной мере затрагивают Россию, ее высокотехнологичную и наукоемкую промышленность, формируя фронтиры, в которых будут работать промышленные системы в обозримой перспективе.

В настоящее время Россия подошла к тому моменту, когда эволюционное научно-технологическое и социально-экономическое развитие не позволит достичь целевых показателей, установленных Президентом РФ (таблица 1).

**Ключевые цели развития России до 2024 года**

Тема	Послание Федеральному собранию	Майский указ
Объем ВВП	Закрепиться в ТОП-5 экономик мира	Войти в ТОП-5 экономик мира
Подушевой ВВП	Увеличить в 1,5 раза	-
Темпы роста ВВП	Выше мировых	Выше мировых
Инвестиции	25% ВВП	-
Малый бизнес	Занятость в малом бизнесе: 25 млн чел., вклад в ВВП: 40%	Занятость в малом и среднем бизнесе 25 млн чел.
Рост производительности труда	Не ниже 5% в год (на средних и крупных предприятиях базовых отраслей)	Не ниже 5% в год (на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей)
Несырьевой неэнергетический экспорт	\$ 250 млрд	\$ 250 млрд
Затраты на развитие цифровой экономики	-	Рост в три раза (доля ВВП)
Жилое строительство	120 млн м <sup>2</sup> в год	120 млн м <sup>2</sup> в год
Продолжительность жизни	80 лет к 2030 году	80 лет к 2030 году, 78 лет к 2024 году

Источник таблицы: разработано авторами

Только совершение российской экономикой прорывного, инклюзивного, инновационного развития позволит обеспечить:

- во-первых, глобальную конкурентоспособность кастомизированной (или даже кастомной, то есть с самого начала спроектированной под постоянно меняющиеся требования потребителя) продукции на высокотехнологичных рынках;

- во-вторых, рост производительности труда при одновременном увеличении количества занятых в несырьевых отраслях экономики;

- в-третьих, повышение качества жизни граждан, в том числе путем соблюдения бизнесом целей устойчивого развития, определенных ООН в 2015 году;

- в-четвертых, вхождение России в топ мировых рейтингов.

**Постановка задачи (цель исследования).** Цель исследования заключается в проведении анализа и разработке соответствующего теоретико-практического инструментария прорывного технологического развития промышленных систем в условиях цифровой трансформации.

Как отмечено в докладе ВШЭ «Технологическое будущее российской экономики», прорывное технологическое развитие, так называемый технологический рывок, «... предполагает активные и согласованные действия заинтересованных акторов, направленные на развитие научно-технологического комплекса, его глубокую реорганизацию, концентрацию ресурсов на перспективных направлениях, изменение повестки, формата и повышение эффективности государственного регулирования, усиление

вклада науки и технологий в развитие экономики и общества. Политика будет носить более форсированный, опережающий характер; обеспечивать поддержку организаций и предприятий-лидеров на традиционных и новых глобальных рынках знаний, технологий, высокотехнологичной продукции, интеграцию в крупные международные альянсы. Все это позволит сформировать технологическую базу долгосрочного социально-экономического развития России, осуществить диверсификацию экономики, достигнуть устойчивых темпов ее роста и увеличить объемы экспорта технологий и высокотехнологичной продукции» [1, С. 24].

**Результаты исследования.**

Определение передовых производственных технологий в России появилось в 2014 году в Skoltech, затем оно было доработано Санкт-Петербургским политическим университетом Петра Великого: «Передовые производственные технологии – это сложный комплекс мультидисциплинарных знаний, наукоемких технологий и системы интеллектуальных ноу-хау, полученных с помощью длительных и дорогостоящих научных исследований, эффективного применения концепции открытых инноваций и трансфера передовых наукоемких технологий» [2].

К двенадцати передовым производственным технологиям эксперты Всемирного экономического форума в 2017 году отнесли следующие [3]: искусственный интеллект и робототехника; повсеместные связанные датчики; виртуальная и дополненная реальность; аддитивное производство; блокчейн и распределенные технологии; передовые материалы и наноматериалы; хранение и передача

электроэнергии; новые компьютерные технологии; биотехнологии; геновая инженерия; космические технологии.  
Ранжированные передовые

производственные технологии как приоритеты для развития промышленности США, Китая и Европы представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Ранжирование интереса к передовым производственным технологиям в США, Европе и Китае**

Передовые производственные технологии	США	Китай	Европа
Прогнозная аналитика	1	1	4
Умные, подключенные в сеть продукты (интернет вещей)	2	7	2
Передовые материалы	3	4	5
Умные фабрики (интернет вещей)	4	2	1
Цифровой дизайн, моделирование и интеграция	5	5	3
Высокоэффективные вычисления	6	3	7
Передовая робототехника	7	8	6
Аддитивное производство	8	11	9
Открытое проектирование	9	10	10
Дополненная реальность (для улучшения качества, обучения и экспертных знаний)	10	6	8
Дополненная реальность (для увеличения сервиса и опыта обслуживания потребителей)	11	9	11

Источник: разработано авторами с использованием материалов [4]

Понятие «сквозные технологии» стало набирать популярность среди российских специалистов в области научно-технологического развития начиная с 2015 года. Сквозная технология – перспективная технология, радикально меняющая ситуацию на существующих рынках или способствующая формированию новых рынков [5].

Форсированное научно-технологическое развитие России требует разработки как платформенных (сквозных) технологий, обладающих значительным мультипликативным потенциалом.

К таким сквозным технологиям можно отнести следующие [1]:

1) информационно-коммуникационные технологии:

- высокопроизводительные вычислительные архитектуры и системы;
- технологии и коммуникационные инфраструктуры высокоскоростной передачи данных;
- технологии интеллектуального анализа данных;
- технологии человеко-машинного взаимодействия, нейрокогнитивные технологии;
- технологии информационной безопасности;

2) цифровое производство и новые материалы:

- технологии создания интеллектуальных систем управления и «умных» инфраструктур, технологии межмашинного взаимодействия и «интернета вещей»;
- технологии новой элементной базы, электронных устройств, квантовые технологии;

– технологии мехатроники и робототехники;

– компьютерное моделирование материалов и процессов;

– конструкционные, функциональные и метаматериалы;

– аддитивные и гибридные технологии;

– диагностика материалов;

3) биотехнологии:

– геномные и постгеномные технологии;

– клеточные технологии;

– синтетическая биология;

– нейротехнологии;

– промышленные биотехнологии и биоматериалы;

– технологии биобезопасности;

4) космические системы:

– технологии создания и эксплуатации космических аппаратов и их систем;

– технологии создания перспективных средств выведения;

– технологии создания перспективных энергодвигательных установок космических аппаратов для средств выведения;

– технологии орбитального обслуживания;

– технологии наземной и космической инфраструктуры обеспечения космической деятельности.

Приоритетные евразийские технологические платформы (членами евразийской экономической комиссии являются Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Россия), которые могут разрабатывать глобально конкурентоспособную продукцию будущего, включают в себя добычу природных ресурсов,

информационно-коммуникационные технологии, фотонику, сельское хозяйство, промышленные технологии и другие направления.

В целях реализации прорывного технологического развития промышленным системам необходимо создавать базовые технологические пакеты и технологические пакеты второго порядка на основе базовых исследовательских пакетов. При этом под технологическим пакетом понимается генетически и функционально связанная совокупность технологий, обладающая системными свойствами.

К базовому исследовательскому пакету, по данным Федерального проекта «Наука», относятся математика, физика, фотоника, новые материалы и генетика (прочие направления реализуются через конкурсные механизмы определения научно-образовательных центров). Исследовательский пакет формирует заделы и прорывы, на которые опираются центры компетенций НТИ.

К базовым технологическим пакетам относятся пакеты трех волн [6]:

1) пакет первой волны:

- **BD**большие данные. Процесс непрерывного производства от сбора данных и их анализа может только выиграть, big data о состоянии износа оборудования в реальном времени позволяет сократить время простоя при дискретном производстве и избежать этого простоя при непрерывном цикле;

- **AI**искусственный интеллект. Искусственный интеллект перестал быть далеким будущим, как только АльфаГо обыграла мирового чемпиона в игре Го, которая считалась сугубо уделом человеческой интуиции. Исследования по картированию мозга дают новые данные, на основе которых могут рождаться еще более совершенные решения и в области искусственного интеллекта, взаимодействия человека и машины, человека и виртуального пространства. Технологии искусственного интеллекта активно входят в повседневную жизнь. Голосовые помощники, такие как Amazon Echo или «Яндекс.Станция», беспилотные автомобили, роботы в call-центрах – все это уже не является научной фантастикой, а становится частью нашей жизни. Технологии AI становятся доступны для среднего и малого бизнеса, благодаря облачным сервисам и открытым библиотекам, увеличивая скорость появления новых продуктов с AI;

- **BC**распределенные реестры. Прямое peer-to-peer взаимодействие между поставщиком и потребителем, которое открывает технология Блокчейн, сулит нам будущее без посредников. Уже сейчас эффект от подобных взаимодействий проявляется в экономике и заставляет компании задумываться о трансформации бизнеса;

- **XG**беспроводная связь;

2) пакет второй волны:

- **EN**мобильные источники энергии;
- **TN**производственные технологии.

Новые, в том числе цифровые, технологии индустриального уровня позволяют не только повысить эффективность, устойчивость и безопасность многих отраслей экономики, но и способствуют решению актуальных социальных задач там, где традиционные методы не работают или требуют огромных ресурсов затрат. В поиске таких оптимальных технологических решений заинтересованы и государство в лице институтов развития, и бизнес в лице инвесторов, венчурной индустрии, отраслевых и инфраструктурных компаний как потенциальных заказчиков инноваций, а также общество, потенциальные потребители перспективных технологических решений – все те, кто формирует запрос на создание новых продуктов, способных принести позитивные изменения;

- **MT**новые материалы. Новые материалы могут существенно изменить свойства отдельных компонентов, запасных частей в машиностроении, конструктивных элементов зданий и сооружений. Это создает конкурентные преимущества и бросает вызовам всей системе стандартов, так как один новый конструктивный элемент с кардинально новыми свойствами влечет каскад изменений свойств всего объекта – будь то автомобили, здания, отдельные узлы;

- **SN**сенсорика;

3) пакет третьей волны:

- **QT**квантовые технологии. Квантовые технологии – это научный термин, который постепенно вошел в повседневный обиход. Это множество разнообразных фундаментальных и прикладных направлений, объединенных одним – возможностью управлять квантовыми состояниями отдельных частиц и, зачастую, извлекать из этого практическую пользу;

- **PH**фотоника;

- **NE**нейротехнологии;

- **GE**генетика и биотехнологии. За последние годы мир биотехнологий был богат на научные открытия, среди которых стоит отметить успехи в области генетики и клеточной терапии, перспективы редактирования генома, биопечать тканей, персонализированная медицина и искусственный интеллект. Помимо научных успехов, прорыв в увеличении продолжительности жизни является одной из ключевых задач российского здравоохранения. Медицина также не могла остаться в стороне и от цифровизации. Масштабы и темпы развития биотехнологий заставляют государство и бизнес пересмотреть сложившиеся ранее подходы: двигаться в сторону совместных R&D моделей, внедрять новые регуляторные инструменты и бизнес-подходы, разрабатывать решения на стыке технологических трендов, включая клеточные и ИТ-технологии



Технологические пакеты второго порядка образуются путем различного сочетания технологий пакетов базовых трех волн. К технологическим пакетам второго порядка относятся [6]:

1) цифровые двойники (**digitaltwins**):  $DT = BD + AI$ . В настоящее время формируется новый сегмент рынка – рынок цифровых двойников. В ближайшей перспективе появится широкий рынок игроков, которые будут предлагать услуги по созданию цифровых двойников изделий, производств и всего, что можно описать цифрой. Нам предстоит путь от устранения неэффективности из всех этапов производства, проектирования и эксплуатации до передачи управления производством искусственному интеллекту. Решение задач предсказательной аналитики станет неотъемлемой частью и свойством цифровых двойников. Это означает переход на новый производственный уклад, что потребует институциональных изменений;

2) микроэлектроника (**microelectronics**):  $ET = AI + MT + SN$ ;

3) робототехника (**robotics**):  $RT = EN + MT + SN + AI$ ;

4) интернетвещей (**Internet of Things**):  $IOT = AI + XG + EN + MT + SN$ . В масштабах производственного гиганта внедрение промышленного интернета может привести к миллионам экономии средств. Для предприятий с

устаревшей инфраструктурой IoT незаменим в планировании и оптимизации процесса обновления средств производства;

5) виртуальная реальность (**totalreality**):  $TR = VR + AR = BD + AI + XG + EN + SN + PH + NE$ .

**Выводы.** Комплексирование передовых производственных технологий с добавлением собственных интеллектуальных ноу-хау, разработка «умных» моделей и цифровых двойников, цифровых теней и цифровых нитей, внедрение цифровых платформ в ключевых отраслях промышленности, создание «умных» производств могут стать реальными драйверами, факторами-катализаторами прорывного технологического развития промышленных комплексов в условиях стремительно разворачивающейся четвертой промышленной революции [6].

Экспоненциальный рост оцифровки данных является основой Четвертой промышленной революции. Ключевым фактором успеха становится способность чутко и быстро реагировать на развитие цифровых технологий и их применение в разных сферах жизнедеятельности, проводя необходимые внутренние и внешние изменения. Будущее цифровой трансформации предполагает не только серьезные технологические, но организационные и даже культурные и ментальные изменения.

## Библиография

1. Технологическое будущее российской экономики [Текст]: докл. к ТЗ8 XIX Апр. междунар. научн. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 10–13 апр. 2018 г. / гл. ред. Л.М. Гохберг; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2018. – 193, [1] с.
2. Боровков А.И. Перспективные направления развития передовых производственных технологий в России / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов // XVII Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества. В четырех книгах. Книга 3. Отв. ред. Е. Ясин. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – С. 381–389.
3. World Economic Forum Handbook on the Fourth Industrial Revolution and World Economic Forum Global Risks Report 2017.
4. Deloitte Touche Tohmatsu Limited and US Council on Competitiveness, 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index.
5. Сквозные технологии / АСИ. – Екатеринбург: Издательские решения, 2017. – Т. 29. – 454 с. – (Серия 04. НТИ: большая ставка).
6. Управление технологическим развитием: роль человеческого капитала. Презентация Пескова Д.Н. на форуме «Открытые инновации», 15 ноября 2018. <https://openinnovations.ru/video> (дата обращения: 30.10.2018).

## References

1. Tekhnologicheskoe budushchee rossijskoj ehkonomiki [Tekst]: dokl. k T38 XIX Apr. mezhdunar. nauchn. konf. po problemam razvitiya ehkonomiki i obshchestva, Moskva, 10–13 apr. 2018 g. / gl. red. L.M. Gohberg; Nac. issled. un-t «Vysshaya shkola ehkonomiki». – M.: Izd. dom Vysshey shkoly ehkonomiki, 2018. – 193, [1] s.
2. Borovkov A.I. Perspektivnye napravleniya razvitiya peredovyh proizvodstvennyh tekhnologij v Rossii / A.I. Borovkov, YU.A. Ryabov // XVII Aprel'skaya mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya po problemam razvitiya ehkonomiki i obshchestva. V chetyrekh knigah. Kniga 3. Otv. red. E. Yasin. – M.: NIU VSHEH, 2017. – S. 381–389.
3. World Economic Forum Handbook on the Fourth Industrial Revolution and World Economic Forum Global Risks Report 2017.
4. Deloitte Touche Tohmatsu Limited and US Council on Competitiveness, 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index.
5. Skvoznnye tekhnologii / ASI. – Ekaterinburg: Izdatel'skie resheniya, 2017. – T. 29. – 454 s. – (Seriya 04. NTI: bol'shaya stavka).
6. Upravlenie tekhnologicheskim razvitiem: rol' chelovecheskogo kapitala. Presentaciya Peskova D.N. na forumе «Otkrytye innovacii», 15 noyabrya 2018. <https://openinnovations.ru/video> (data obrashcheniya: 30.10.2018).

7. Толстых Т.О., Шкарупета Е.В., Гамидуллаева Л.А. Подходы к проектированию инновационной экосистемы в условиях цифровизации социально-экономических систем / Т.О. Толстых, Е.В. Шкарупета, Л.А. Гамидуллаева / В книге: *Формирование цифровой экономики и промышленности: новые вызовы*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 660 с. – С. 117-135. <http://doi.org/10.18720/IEP/2018.2/5> (дата обращения: 30.10.2018).

8. Шкарупета Е.В. Практические основы научно-технологического развития наукоемкого производства / Е.В. Шкарупета // *Организатор производства*. – 2013. – № 4 (59). – С. 19-22.

9. Толстых Т.О., Шкарупета Е.В., Шишкин И.А. Трансформация предпринимательства в условиях реиндустриализации / Т.О. Толстых, Е.В. Шкарупета, И.А. Шишкин / В книге: *Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы*. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 807 с. – С. 133-158. <http://doi.org/10.18720/IEP/2017.4/7> (дата обращения: 30.10.2018).

10. Шкарупета Е.В., Шевцов Е.Д. Интегрированные промышленные структуры Воронежской области / Е.В. Шкарупета, Е.Д. Шевцов // *Организатор производства*. – 2009. – № 4(43). – С. 95-97.

7. Tolstyh T.O., SHkarupeta E.V., Gamidullaeva L.A. Podhody k proektirovaniyu innovacionnoj ehkositemy v usloviyah cifrovizacii social'no-ehkonomicheskikh sistem / T.O. Tolstyh, E.V. SHkarupeta, L.A. Gamidullaeva / V knige: *Formirovanie cifrovoj ehkonomiki i promyshlennosti: novye vyzovy*. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2018. – 660 s. – S. 117-135. <http://doi.org/10.18720/IEP/2018.2/5> (data obrashcheniya: 30.10.2018).

8. SHkarupeta E.V. Prakticheskie osnovy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya naukoemkogo proizvodstva / E.V. SHkarupeta // *Organizator proizvodstva*. – 2013. – № 4 (59). – S. 19-22.

9. Tolstyh T.O., SHkarupeta E.V., SHishkin I.A. Transformaciya predprinimatel'stva v usloviyah reindustrializacii / T.O. Tolstyh, E.V. SHkarupeta, I.A. SHishkin / V knige: *Cifrovaya transformaciya ehkonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy*. – SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2017. – 807 s. – S. 133-158. <http://doi.org/10.18720/IEP/2017.4/7> (data obrashcheniya: 30.10.2018).

10. SHkarupeta E.V., SHEvcov E.D. Integrirovannyye promyshlennyye struktury Voronezhskoj oblasti / E.V. SHkarupeta, E.D. SHEvcov // *Organizator proizvodstva*. – 2009. – № 4(43). – S. 95-97.

## INCREASE IN TECHNOLOGICAL STABILITY OF FUNCTIONING OF INDUSTRIAL SYSTEM

*Digitalization of economy opens new opportunities for the industry, in particular in the processing branches and the related services sector, on transformation of productions and business models and also increase in the medium and long term of rates of economic growth. Significant progress is noted in many developing technologies, such as Internet of things, big data, cloud computer computing, artificial intelligence, robotics, industrial production on the basis of additive technologies, new materials, augmented reality, nanotechnologies and biotechnologies. Technological developments of this sort do possible clever production, adaptation to requirements of the customer, coproduction and emergence of other new ways of production and business models. However in these new conditions of the enterprise, workers, consumers, the governments and other interested parties face also problems. Authors have investigated the purposes of increase in technological stability of functioning of industrial system, the current state and foreign experience of the considered problem. Front lines and platform (through) production technologies, modern technological packages which application will provide technological stability of functioning and development of industrial systems are considered.*

**Keywords:** *technological stability, through technologies, industrial package, digital transformation, technological development, technological breakthrough, breakthrough development.*

**Шмырева Марианна Борисовна,**

*кандидат экономических наук,*

*старший научный сотрудник-начальник отделения информационного обеспечения населения и технологий информационной поддержки РС ЧС и пожарной безопасности отдела учебной и научной работы,*

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

*Россия, г. Воронеж,*

*e-mail: mariannaforme@gmail.com,*

**Shmyreva M.B.,**

*Candidate of Economic Sciences,*

*Senior Researcher, Head of the Department of Information Support of the Population and Technologies for Information Support of the RS Emergency Situations and Fire Safety*

*Department of Educational and Scientific Work,*

*Voronezh Institute – a branch of FGBOU in the Ivanovo fire and rescue academy of State*

*Firefighting Service of EMERCOM of Russia,*

*Russia, Voronezh.*

**Шкарупета Елена Витальевна,**

*кандидат экономических наук, доцент,*

*доцент кафедры экономики и управления на предприятии машиностроения,*

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,*

*Россия, г. Воронеж,*

*e-mail: 9056591561@mail.ru,*

**Shkarupeta E.V.,**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,*

*Associate Professor at the Department of Economics and Management at an engineering enterprise,*

*FSBEI of HE «Voronezh State Technical University»,*

*Russia, Voronezh.*

**Колодко Михаил Анатольевич,**

*Начальник ФГКУ «5 отряд ФПС по Краснодарскому краю» Главное управление МЧС по Краснодарскому краю,*

*Россия, г. Краснодар,*

*e-mail: kolodko\_ma@mail.ru,*

**Kolodko M.A.,**

*Head of FGKU «5 detachment of the Federal Border Guard Service in the Krasnodar Territory» Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations in the Krasnodar*

*Territory,*

*Russia, Krasnodar.*

**Логачев Олег Андреевич,**

*Начальник караула ПСЧ-40 ФГКУ «5 отряд ФПС по Краснодарскому краю» Главное управление МЧС по Краснодарскому краю,*

*Россия, г. Краснодар,*

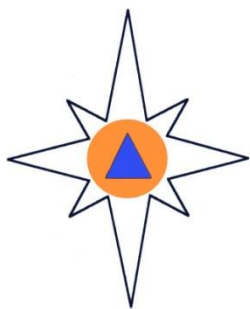
*e-mail: logachevoleg123@mail.ru,*

**Logachev O.A.,**

*Head of the guard PSCH-40, FGKU «5 detachment of the Federal Border Guard Service in the Krasnodar Territory» Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations in the*

*Krasnodar Territory,*

*Russia, Krasnodar.*



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ

Для участия международной монографии в конкурсе РААСН на лучшую научную работу, а также в преддверии защиты кандидатских диссертаций аспирантов Т.Ж. Толеуова, Б.Б. Кульшарова приводим отзыв на научную монографию «Технология получения высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих» Б.Р. Исакулова, М.В. Акуловой, Т.Ж. Толеуова, Б.Б. Кульшарова.

### ОТЗЫВ

На научную монографию авторов Б.Р. Исакулова, М.В. Акуловой, Т.Ж. Толеуова, Б.Б. Кульшарова на тему «Технология получения высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих»

Монография посвящена разработке технологий получения высокопрочных арболитобетонов на основе шлакощелочных и серосодержащих вяжущих из сырьевых ресурсов Центральной Азии – Казахстана, Узбекистана, России и др. В связи с расширением жилищного строительства с каждым днем возрастает потребность в строительных материалах, потому создание конструктивных и конструктивно-теплоизоляционных материалов с применением вторичных ресурсов является актуальным. Наибольшее распространение в регионах с жарким климатом получает арболитобетон, который сочетает в себе легкость, экологичность, высокие теплоизоляционные качества и может содержать в своем составе растительные отходы сельского хозяйства, которыми богаты степные районы Центральной Азии, в регионе имеются также сырьевые ресурсы в виде многотоннажных отходов металлургической, нефтехимической, горнодобывающей и топливно-энергетической промышленности.

Монография содержит ценные результаты экспериментов и их теоретическое обоснование. Авторами проведены исследования по изучению свойств высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих, разработаны научные основы формирования их структуры, состава и свойств при использовании в качестве органического заполнителя стеблей травянистых растений. Выявлены закономерности получения шлакощелочных вяжущих с добавкой высококальциевой золь-уноса повышенной адгезионной способности к органическим заполнителям арболитобетона. Приведены физико-химические процессы на контакте «заполнитель - шлакощелочной раствор», характер которых определяют адгезионные связи между органическими заполнителями и шлакощелочным вяжущим камнем.

Установлен механизм активации, заключающийся во взаимодействии вновь обнажившихся поверхностей частиц вяжущего при мокром домоле, интенсификации процесса коагуляции вяжущей смеси и интенсивном образовании каркаса кристаллической решетки за счет образования кристаллогидратов.

Исследования имеют важное эколого-экономическое и практическое значения. Монография написана доступным языком и будет интересна как научным работникам, преподавателям, студентам, так и широкому кругу читателей.

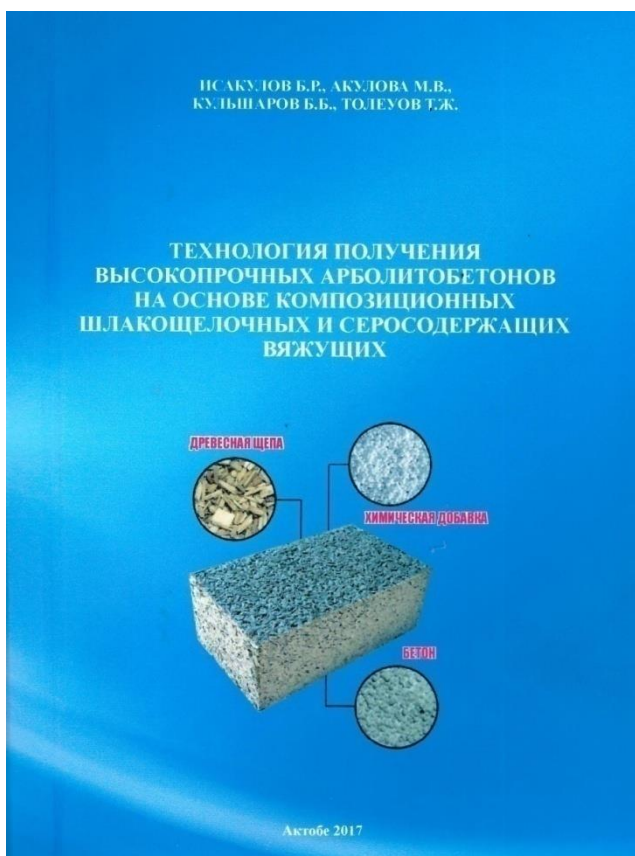
Заведующий кафедрой технологии строительного производства

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный

политехнический университет»,

доктор технических наук, доцент

 Огурцов Валерий Альбертович



## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Статьи в редакцию предоставляются в отпечатанном (1 экземпляр) виде. Отпечатанный экземпляр должен быть подписан всеми авторами; также на первой странице отпечатанного экземпляра просим указывать раздел, в котором должна быть опубликована статья (перечень разделов можно посмотреть на сайте журнала). Файл с электронным вариантом должен быть назван по фамилиям авторов статьи.

2. К статье необходимо приложить рецензию (заверенную печатью) специалиста в данной области исследования с указанием научной степени, звания, места работы и должности рецензента.

3. Рукопись объемом не менее 2-х страниц формата А4, отпечатанных в текстовом редакторе MS Word шрифтом Times New Roman высотой 10 пт. через один интервал. Поля: верхнее и нижнее – 2,5 см, правое и левое – 2 см. Текст рукописи располагают в одну колонку; опция «разрыв раздела» может использоваться исключительно для создания альбомных страниц.

4. Обязательным элементом статьи является индекс УДК (указывается на первой странице).

5. На первой странице приводятся сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), место работы (организация и подразделение), занимаемая должность, ученая степень, ученое звание, телефон и e-mail каждого из соавторов.

6. Важными элементами статьи являются аннотация и ключевые слова. Аннотация (не менее 600 знаков с пробелами) должна в сжатой форме, но достаточно полно отражать содержание статьи, не повторяя при этом ее название. Аннотация может кратко повторять структуру статьи: указывается задача исследования, ее актуальность, описываются полученные результаты и сделанные выводы.

7. В список ключевых слов необходимо включить все понятия, значимые для выражения содержания статьи и для ее поиска.

8. На последнем листе приводятся сведения об авторах, аннотация и ключевые слова на английском языке.

9. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Логические элементы статьи должны быть выделены заголовками: Введение (~0,5 страницы), Выводы (~0,5 страницы), другие элементы – пункты и, возможно, подпункты (например: «Теоретическое обоснование построения анизотропных поверхностей стоимости», «Алгоритм построения анизотропных поверхностей накопленной стоимости», «Анализ характера разрушения опытных образцов», «Расчет прочности тела фундамента»).

10. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Буквы и цифры на рисунке должны быть разборчивы, оси на графиках подписаны. Рисунки и фотографии следует представлять в черно-белом варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение. Избегайте тонких линий в графиках. Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются. Название иллюстраций дается под ними после слова «Рис.» с порядковым номером. Если рисунок в тексте один, номер не ставится.

11. Подрисуночные подписи не входят в состав рисунка, а располагаются отдельным текстом под иллюстрацией. Если на рисунке вводятся новые (ранее не встречавшиеся в тексте) обозначения, они должны быть расшифрованы в подрисуночной подписи; также здесь поясняются элементы, обозначенные на рисунке цифрами. Рекомендуемая ширина рисунков не более 7,5 см.

12. Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

13. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые авторами обозначения (за исключением общеизвестных констант типа  $e$ ,  $h$ ,  $c$  и т. п.) и аббревиатуры должны быть пояснены при их первом упоминании в тексте.

14. Все формулы должны быть набраны в редакторе формул MathType шрифтом высотой 10 пт. Пояснения к формулам (экспликации) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки). Латинские обозначения набираются курсивом, названия функций ( $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\exp$ ) и греческие буквы – обычным (прямым) шрифтом. Формулы нумеруют в круглых скобках – (2).

15. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 в алфавитном порядке или по порядку упоминания источников в тексте. Собственные работы авторов должны быть представлены в списке наравне с работами других ученых, внесших вклад в исследование данной темы. Одна позиция в списке должна содержать только один источник, не допускается объединение в одной ссылке нескольких источников. При цитировании зарубежных изданий, не переведившихся на русский язык, ссылка приводится на языке оригинала; категорически не допускается оформление ссылки в виде самостоятельно сделанного перевода.

16. Автор несет ответственность за научное содержание статьи и гарантирует оригинальность представляемого материала.

17. Высылая рукопись, автор гарантирует, что:

- он не публиковал (кроме публикации статьи в виде препринта) и не будет публиковать статью в объеме более 25 % в других печатных или электронных изданиях;
  - статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;
  - статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.
18. Высылая рукопись, автор соглашается с тем, что редакция журнала имеет право:
- предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;
  - производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.
19. Автор также соглашается с тем, что рукописи статей авторам не возвращаются и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.
20. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.
21. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту – будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

**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**