

№ 1 (8) – 2018

*Средство массовой информации сетевое издание  
«Пожарная и аварийная безопасность» зарегистрировано Федеральной службой  
по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор) (свидетельство о регистрации средства массовой информации  
Эл № ФС77-61575 от 30 апреля 2015 г.)*

---

*Все статьи, опубликованные в журнале, размещаются в базе данных  
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU*

---

*Свидетельство о регистрации номера получено  
в Национальном агентстве ISSN (Российская книжная палата / филиал ИТАР-ТАСС).  
Изданию присвоен номер ISSN: 2542-162X*

---

### **Состав редакции:**

**И. А. Малый** (главный редактор, ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; кандидат технических наук, доцент)

**О. В. Потемкина** (заместитель главного редактора, ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; кандидат химических наук, доцент)

**Д. И. Коровин** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор экономических наук, доцент)

**Н. Ш. Лебедева** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор химических наук, доцент)

**А. Г. Бубнов** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор химических наук, доцент)

**С. В. Королева** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор медицинских наук, доцент)

**А. Л. Никифоров** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор технических наук старший научный сотрудник)

**М. В. Акулова** (ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново; доктор технических наук, советник Российской академии архитектурных и строительных наук (РААСН), почетный работник высшего образования Российской Федерации, профессор)

© Пожарная и аварийная безопасность, 2018

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

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

---

№ 1 (8) – 2018

*The founder and the publisher of Mass Media, Network Journal «Fire and Emergency Safety» is Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters».*

*Mass Media, Network Journal «Fire and Emergency Safety» is registered by the Russian Ministry for Press, Broadcasting and Mass Communications (Roskomnadzor) (Mass Media accreditation certificate: EI № FS77-61575 of 30/04/2015).*

---

*All articles published in the journal are posted to Russian Science Citation Index database (RSCI) and E-Science Library eLIBRARY.RU*

---

*The certificate of the registration number has been obtained in ISSN National Agency (Russian Central Institute of Bibliography / ITAR TASS branch)  
The ISSN number of edition given is 2542-162X*

---

## **Editorial Council:**

Associate professor **I. A. Maly**, candidate of technical sciences, **Editor in Chief** (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Associate professor **O. V. Potemkina**, candidate of chemical sciences, **Assistant editor** (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

## **Editorial board:**

Professor **D. I. Korovin**, doctor of economic sciences, associate professor (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Professor **N. Sh. Lebedeva**, doctor of chemical sciences, associate professor (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Professor **A. G. Bubnov**, doctor of chemical sciences, associate professor (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Professor **S. V. Koroleva**, doctor of medical sciences, associate professor (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Professor **A. L. Nikiforov**, doctor of technical sciences, senior research worker (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

Professor **M. V. Akulova**, doctor of technical sciences, advisor to Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAACS), Honorary Worker of Higher Education of Russian Federation (*Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo*)

© Fire and Emergency Safety, 2018

© Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, 2018

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ**

- Акулова М. В., Мочалов А. М.* О способах снижения пожарной опасности строительных материалов на основе пенополистирола .....6
- Наумов А. Г., Комельков В. А., Еловский В. С., Разумов А. А.* Использование углеродных нанотрубок в качестве наноприсадок к СОТС при резании металлов .....16
- Сизов А. П., Комельков В. А., Еловский В. С., Репин Д. С.* Герметичность электромеханических устройств с нанодисперсными магнитными жидкостями для использования в аварийно-спасательной технике .....29

**ПОЖАРОТУШЕНИЕ**

- Гладков С. В., Колбашов М. А.* Организационно-техническое обеспечение нештатной службы связи в местном пожарно-спасательном гарнизоне .....39
- Шипилов Р. М., Легошин М. Ю., Ишухина Е. В., Кулагин А. В., Маринич Е. Е.* Разработка комплекса упражнений для развития силовой выносливости в модифицированной боевой одежде пожарного .....50

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

- Ефремов А. М., Беляев С. В., Снегирев Д. Г.* Плазмохимические процессы в технике и технологии .....71
- Королева С. В., Баринова М. О.* Критерии оценки эффективности работы дыхательной системы курсантов академии при тренировках в условиях, имитирующих экстремальные .....85
- Никифорова Т. Е., Натарева С. В., Беляев С. В.* Плазменное модифицирование сорбентов на основе целлюлозосодержащих материалов .....105

**ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ**

*Лазарев А. А., Кокурин А. К., Цеценевская О. И.* История развития российского законодательства об административной ответственности за нарушения в области пожарной безопасности .....114

**УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

*Ледяйкина И. И., Берендеева А. Б.* Экономическая безопасность личности .....127

*Пушина Л. Ю., Тихановская Л. Б., Найденова С. В.* Отношение населения Ивановской области к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности: результаты социологического исследования .....140

**НАУЧНЫЙ ДЕБЮТ**

(статьи членов научного общества обучающихся)

*Бубнов А. Г., Буймова С. А., Курочкин В. Ю., Медведев Д. П., Моисеев Ю. Н.* Мониторинг динамики показателей риска от употребления родниковых вод как резервных в случае чрезвычайных ситуаций на источниках централизованного водоснабжения.....154

## ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

УДК 666.97:691.618.92

**Акулова Марина Владимировна**

Профессор

Доктор технических наук, профессор

E-mail: [m\\_akulova@mail.ru](mailto:m_akulova@mail.ru)

SPIN-код автора: 9822-5384

**Мочалов Антон Михайлович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Преподаватель

E-mail: [anton.mochalov.93@mail.ru](mailto:anton.mochalov.93@mail.ru)

SPIN-код автора: 6894-2359

### **О способах снижения пожарной опасности строительных материалов на основе пенополистирола**

**Аннотация.** В работе рассмотрена пожарная опасность материалов на основе пенополистирола. Раскрыта история создания пенополистирола и области его применения в жизни человека. Рассмотрен способ снижения пожарной опасности пенополистирола путем пропитки его поверхности растворами органосилоксанов.

**Ключевые слова:** пенополистирол, полистирол, органосилоксаны, жидкое стекло, пожарная опасность, группа горючести.

Начиная с 2002 года, в Российской Федерации наблюдается устойчивое снижение количества пожаров. Наряду с этим показателем снижается и количество погибших и травмированных на пожарах людей.

Согласно статистическим отчетам, ежемесячно составляемым должностными лицами Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, наибольшее количество пожаров возникает в жилом секторе.

Разумеется, при возведении зданий, предназначенных для постоянного и временного пребывания людей, строительные компании придают большое значение таким аспектам, как:

- снижение объемов затрачиваемых материалов;
- сокращение сроков возведения зданий.

Выполнение указанных требований возможно посредством применения легких ограждающих конструкций с эффективными утеплителями из органических и неорганических материалов.

В качестве утеплителей зданий и помещений применяют материалы на основе пенополистирола.

Пенополистирол представляет собой газонаполненный материал, получаемый из полистирола и его производных, а также из сополимеров стирола. Стандартная технология получения пенополистирола связана с первоначальным заполнением гранул стирола газом, который растворяют в полимерной массе. Затем производится нагрев массы паром. В ходе этого процесса происходит многократное увеличение исходных гранул в объёме, пока они не заполнят всю блок-форму и не начнут спекаться друг с другом. В традиционном пенополистироле используются хорошо растворимый в стироле природный газ для заполнения гранул, в пожаростойких вариантах пенополистирола гранулы наполнены углекислым газом [1]. Существует технология получения вакуумного пенополистирола, в котором отсутствуют газы.

История появления пенополистирола уходит глубоко в историю. Дело в том, что данный полимер появился после того, как открылось вещество под названием стирол. В 1831 году было получено химическое соединение стирол путем нагревания смолы бальзамного дерева *Storax* (Стиракс), основными компонентами которого являются коричная кислота, ванилин и стирол. Смола этого дерева использовалась в качестве антисептика, душистого вещества в парфюмерии, а также одного из компонентов состава, используемого для мумифицирования в Древнем Египте около 3000 лет назад. Могли ли предположить древние египтяне, что вещества, используемые ими для мумифицирования фараонов, когда-то в будущем будет использоваться для утепления многоэтажных зданий, например, небоскрёбов? Вопрос риторический.

Данные, полученные учеными о свойствах стирола, позволили начать работы по его синтезу. Так, в 1929 году ученые американской химической компании DOW (Dow Chemical Company), штаб-квартира которой располагается в

городе Мидлэнд штата Мичиган, синтезировали стирол, по завершению процесса синтеза был получен полимер – полистирол. В наши дни полистирол получил широкое применение: из полимера изготавливают теплоизоляционные материалы, корпуса телевизоров, телефонов, внутренние части холодильников, упаковку, одноразовую посуду и др. Идея получения вспененного полистирола принадлежит шведским изобретателям, которые получили патент на его изобретение в 1931 году.

Первым изготовителем и автором технологии промышленного производства пенопласта считается немецкая фирма BASF, в 1951 году начавшая выпуск пенополистирола с названием «Стиропор», с этого момента и началось широкое применение пенополистирола в качестве теплоизоляционного и упаковочного материала. Таким образом, стаж использования пенопласта в качестве утеплительного строительного материала уже более 50 лет [2].

Для получения пенополистирола чаще всего применяется полистирол. В качестве альтернативного материала служат полимонохлорстирол, полидихлорстирол, а также сополимеры стирола с другими мономерами: акрилонитрилом и бутадиеном. В качестве вспенивающих агентов служат легкокипящие углеводороды (пентан, изопентан, петролейный эфир, дихлорметан) или газообразователи (диаминобензол, нитрат аммония, азобисизобутиронитрил). Кроме того, в состав пенополистирольных плит входят антипирены, красители, пластификаторы и различные наполнители.

Рассмотрим способ получения пенополистирола подробнее.

Значительная доля получаемого пенополистирола производится вспениванием материала парами низкокипящих жидкостей. В этих целях применяется процесс суспензионной полимеризации в присутствии жидкости, способной растворяться в исходном стироле и являющейся нерастворимой в полистироле. При этом образуются гранулы, в которых легкокипящая жидкость равномерно распределена в полистироле. Далее эти гранулы подвергают нагреванию паром, воздухом или водой, в результате чего они увеличиваются в размерах от десяти до 30 раз. Получившиеся объёмные гранулы спекают с одновременным формированием изделий.

Основные виды производимого пенополистирола представлены на рис. 1 [3].



**Рис. 1.** Виды пенополистирола

Пенополистирол получил довольно широкое применение в различных областях. В строительстве – как утеплитель; в военной промышленности – в системах индивидуальной защиты военнослужащих и в качестве амортизатора в шлемах; в производстве бытовых холодильников – в качестве теплоизолятора (в СССР это серийно производившиеся холодильники «Ярна-3», «Ярна-4», «Визма», «Смоленск» и «Аргац-71») до начала 1960-х гг., пока пенополистирол не оказался вытесненным пенополиуретаном; в производстве тары и одноразовой изотермической упаковки для замороженных продуктов [4].

С 1970-х гг. пенополистирол применяется при строительстве дорог, устройстве искусственных рельефов и насыпей, прокладки транспортных путей на территориях со слабыми грунтами, при защите дорог от промерзания, для снижения вертикальной нагрузки на конструкцию и в ряде других случаев. Наиболее активно используют пенополистирол в дорожном строительстве США, Япония, Финляндия и Норвегия [5]. Требования и нормы ГОСТ к данному продукту в этих странах кардинально отличаются от Российских и стран СНГ.

Служит материалом для производства детских игрушек, дизайнерской мебели и предметов интерьера. Также используется для создания объектов современного декоративно-прикладного и концептуального искусства [6].

Как видно на рис. 2, наиболее широкое применение пенополистирол получил в строительстве. Пенополистирол используют при теплоизоляции пола, кровли и фундамента.



**Рис. 2.** Применение пенополистирола

Применение пенополистирольных плит в качестве теплоизоляции пола и перекрытий служит эффективным средством теплоизоляции и снижения передачи ударного шума (шаги, передвигаемая мебель и т.д.) и обеспечивает теплый пол. Но, наряду с высокими теплоизоляционными характеристиками, пенополистирол является пожароопасным материалом.

Пенополистирол относится к группе горючих материалов с высокими дымообразующими способностями и токсичностью продуктов горения. В зданиях и помещениях, при утеплении которых используют данный материал, происходит снижение степени огнестойкости. Это является главным недостатком, несомненно, востребованного материала.

Одним из событий, наиболее ярко подтверждающим пожарную опасность пенополистирола, является трагическое событие – пожар, произошедший 4 декабря 2009 года в клубе «Хромая лошадь» в Перми, унесший жизни 156 человек. Быстрому распространению огня способствовали использованный вопреки строительным нормам пенопласт (из-за жалоб жителей дома клуб решили зву-

коизолировать, хотя пенопласт не служит звукоизоляционным материалом и должен применяться только внутри конструкции) [7].

Согласно исследованиям ФГБУ ВНИИПО МЧС России, во время испытания материала, например, из экструдированного полистирола, при воздействии на него пламени горелки на его поверхности образуется расплав, горящие капли которого можно наблюдать в течение 10–15 с на первой-второй минутах эксперимента. Несмотря на то, что остальные параметры горючести могут соответствовать значениям, установленным для группы Г1 (вследствие высокой ползучести материала под воздействием пламени), наличие горящих капель расплава однозначно относит такой материал к группе Г4 (сильногорючие материалы) [8].

Для снижения пожарной опасности пенополистирольных плит в их состав добавляют антипирены, однако это не делает материал достаточно безопасным при воздействии высокой температуры, хотя и может снизить его группу горючести.

При испытании пенополистирольных плит ПСБ, ПСБ-С в ряде случаев не наблюдалось появления горящих капель расплава, однако, по остальным параметрам эти материалы относятся к группе горючести Г3 или Г4 [9].

Температура воспламенения пенополистирола колеблется от 210°C до 440°C в зависимости от добавок, используемых производителями [10]. Одной из главных опасностей, возникающих при использовании пенополистирола при утеплении жилых зданий, является то, что он имеет высокую скорость распространения пламени, токсичность и дымообразующую способность.

В настоящее время коллектив авторов статьи работает над созданием наиболее эффективного огнезащитного состава для защиты пенополистирола от воздействия высоких температур и методики его нанесения на поверхность строительных материалов на основе пенополистирола. По предварительным исследованиям наиболее эффективными оказались пропитки пенополистирольных плит растворами жидкого стекла и кремнийорганическими составами.

Поверхности пенополистирольных плит обрабатывались растворами органосилоксанов. Данные соединения имеют хорошую адгезию к поверхности полистирола, выдерживают температуры вплоть до 1000 °С, а также имеют достаточные водостойкость и поверхностную прочность.

Методика заключалась в приготовлении раствора этиленсилоксана и нанесение его на поверхности пенополистирольных блоков.

Для подбора оптимального состава пропиточного раствора в работе были использованы растворы различной концентрации (5, 10 и 15 %). Образцы, пропитанные растворами, сравнивались с контрольным образцом.

Как показали исследования, образцы пенополистирола, на которые нанесли раствор этиленсилоксана, были наиболее устойчивыми к тепловому воздействию. Линейная усадка при нагревании образцов пенополистирола с этиленсилоксаном уменьшилась почти в два раза, распространение пламени по пенополистиролу замедлялось в 2,5 раза по сравнению с контрольными образцами (таблица).

*Таблица. Скорость распространения пламени по образцам пенополистирола до и после нанесения этиленсилоксана*

№	Концентрация раствора, %	Пропитка	Время распространения пламени по поверхности, с
1	5	Этиленсилоксан	30,90
2	10		34,18
3	15		40,36
1	5	Контрольный образец	15,30
2	10		15,60
3	15		15,40

В ходе предварительного исследования было выявлено, что добавки и пропитки, содержащие в своем составе кремний, снижают пожарную опасность строительных материалов и повышают их устойчивость к температурным нагрузкам.

Отметим, что существующие огнезащитные составы либо не обладают нужными защитными свойствами, либо являются слишком дорогими. Ни тот, ни другой аспект существующих огнезащитных составов, безусловно, не является приемлемым для использования защиты зданий, так как в зданиях пенополистирол применяется для их утепления, а в современных условиях жизни важна не только безопасность, но ещё и сравнительно невысокая дороговизна проводимых (в случае с указанным примером – в строительстве) операций.

В заключение следует отметить, что существует необходимость разработки новых эффективных огнезащитных составов, предназначенных для защиты пенополистирола от воздействия высоких температур, которые влияют на предметы отделки помещений и зданий, созданные на его основе. Более того, очень важно разработать не только совершенно новый огнезащитный состав, предназначенный для защиты пенополистирольных плит, но и качественную методику нанесения его на поверхность плит.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кабанов В.А.* Энциклопедия полимеров. Т. 2. Полинозные волокна. М: Советская энциклопедия, 1974. 1032 с.
2. *Коршунова Н.И.* Основы технологии производства полимеров. Ч. 2. Екатеринбург, УГЛТУ, 2002. 136 с.
3. *Дементьев А.Г., Тараканов О.Г.* Структура и свойства пенопластов. М.: Химия, 1983. 54 с.
4. Guidelines for the use of expanded foam polystyrene panel systems in industrial buildings so as to minimise the risk of fire (By R.J. (Bob) Nelligan), Fire Engineering Research Report 06/1/2006. 79 p.
5. Высокомолекулярные соединения // Большая советская энциклопедия: / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1978. 102 с.
6. *Шульпин Г.Б.* Эти разные полимеры // Наука и жизнь. 1982. № 3. С. 80–83.
7. Интернет ресурс: <https://lenta.ru/news/2009/12/08/toll.22>.
8. *Гуюмджян П.П., Коканин С.В., Пискунов А.А.* О пожароопасности полистирольных пенопластов строительного назначения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 8. С. 4–8.
9. *Етумян А.С., Молчадский О.И., Константинова Н.И.* Пожарная безопасность теплоизоляционных материалов из пенополистирола // Пожарная безопасность. 2006. № 6. С. 66–68.
10. *Кодолов В. И.* Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. М., Химия, 1976.

## **Akulova Marina Vladimirovna**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [m\\_akulova@mail.ru](mailto:m_akulova@mail.ru)

## **Mochalov Anton Mihajlovich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [anton.mochalov.93@mail.ru](mailto:anton.mochalov.93@mail.ru)

### **About ways of decrease in fire danger of building materials on the basis of expanded polystyrene**

**Abstract.** In work fire risk of materials on the basis of expanded polystyrene is considered. The history of the creation of expanded polystyrene and the field of its application in human life is disclosed. A method for reducing the fire hazard of expanded polystyrene by impregnating its surface with solutions of organosiloxanes is considered.

**Keywords:** styrofoam, polystyrene, organosiloxanes, liquid glass, fire hazard, flammability group.

### **REFERENCES**

1. *Kabanov V.A.* Jenciklopedija polimerov. T. 2. Polinoznye volokna. M: So-vetskaja jenciklopedija, 1974. 1032 s.
2. *Korshunova N.I.* Osnovy tehnologii proizvodstva polimerov. Ch. 2. Ekate-rinburg, UGLTU, 2002. 136 s.
3. *Dement'ev A.G., Tarakanov O.G.* Struktura i svojstva penoplastov. M.: Hi-mija, 1983. 54 s.
4. Guidelines for the use of expanded foam polystyrene panel systems in industrial buildings so as to minimise the risk of fire (By R.J. (Bob) Nelligan), Fire Engineering Research Report 06/1/2006. 79 p.
5. Vysokomolekuljarnye soedinenija // Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija: / gl. red. A. M. Prohorov. 3-e izd. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1978. 102 c.

6. *Shul'pin G.B.* Jeti raznye polimery // Nauka i zhizn'. 1982. № 3. S. 80–83.

7. Internet resurs: <https://lenta.ru/news/2009/12/08/toll.22>.

8. *Gujumdzhjan P.P., Kokanin S.V., Piskunov A.A.* O pozharoopasnosti polistirol'nyh penoplastov stroitel'nogo naznachenija // Pozharovzryvobezopasnost'. 2011. № 8. S. 4–8.

9. *Etumjan A.S., Molchadskij O.I., Konstantinova N.I.* Pozharnaja bezopasnost' teploizoljacionnyh materialov iz penopolistirola // Pozharnaja bezopasnost'. 2006. № 6. S. 66–68.

10. *Kodolov V. I.* Gorjuchest' i ognestojkost' polimernyh materialov. M., Hi-mija, 1976.

*Рецензент: заведующий кафедрой, доктор технических наук, доцент В. А. Огурцов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»)*

УДК 621.9

**Наумов Александр Геннадьевич**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Россия, Иваново  
Заведующий лабораторией физико-технических исследований ИвГУ,  
научный руководитель Трибологического центра ИвГУ

Доктор химических наук

Профессор

E-mail: [agn8@yandex.ru](mailto:agn8@yandex.ru)

**SPIN-код автора: 8458-2646**

**Комельков Вячеслав Алексеевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Начальник кафедры

Кандидат технических наук

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

**SPIN-код автора: 7982-9685**

**Еловский Василий Сергеевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Старший преподаватель

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

**SPIN-код автора: 5945-6978**

**Разумов Андрей Александрович**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Россия, Иваново  
Аспирант

E-mail: [agn8@yandex.ru](mailto:agn8@yandex.ru)

**Использование углеродных нанотрубок  
в качестве наноприсадок к СОТС при резании металлов**

**Аннотация.** Предложено использование в качестве активного компонента СОЖ модифицированных углеродных нанотрубок. Что позволяет снизить крутящий момент резания на операции сверления на 20 % по сравнению с резанием при использовании базовой СОЖ, а так же повысить работоспособность быстрорежущего инструмента до 7,5 раз и снизить среднее значение Ra обработанной поверхности на 20% на операции точения.

На основе проведенных исследований выдвинут гипотетический механизм действия, объясняющий влияние присадок модифицированных углеродными нанотрубками на процессы лезвийной обработки металлов.

**Ключевые слова:** смазочно-охлаждающее технологическое средство, смазочно-охлаждающая жидкость, нанотрубка, наноприсадка, резание, сверление, точение, модификатор.

В последние годы интерес к наноразмерным присадкам для смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) чрезвычайно возрос. В основном это связано с общемировой тенденцией развития нанотехнологии, синтеза новых наноматериалов. Результаты большинства исследований наноразмерных присадок показывают, что введение трибоактивных наноразмерных частиц в состав базовой смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) увеличивают её противоизносные, противозадирные и антифрикционные свойства [1, 2, 3, 4]. В качестве таких присадок используются различные наночастицы:  $\text{LaF}_3$ , оксиды и коллоиды меди, дисульфиды молибдена и вольфрама, и углеродные наноматериалы: графен, нановолокна, фуллерены и нанотрубки.

Работы по использованию углеродных нанотрубок (УНТ) в качестве трибоактивных присадок к СОТС начались сравнительно недавно. Исследованиями [5] в 2004 году были сделаны первые предположения относительно антифрикционного влияния введения УНТ в качестве присадки к СОТС. Эти предположения были подтверждены в [6]. К подобным выводам пришли авторы работы [7], исследовавшие антифрикционные свойства присадок многостенных УНТ. В качестве базовой СОЖ ими было выбрано минеральное промышленное масло. Помимо улучшения противоизносных и противозадирных свойств исследователи отмечают увеличение температуры вспышки СОЖ с присадками УНТ, снижение коэффициента трения относительно базовой и СОЖ с графитной присадкой.

Среди российских разработок, ведущихся по данной теме, следует отметить запатентованную синтетическую смазочно-охлаждающую жидкость с углеродными нанотрубками (патент РФ № 2417253), авторы которой рекомендуют полученную СОЖ для механической обработки металлов и сплавов. УНТ (диаметр 40–60 нм, длиной 2 мкм) играют в ней роль модификатора, при концентрации 170–300 млн/мл в водно-дисперсионном растворе. Разработчики отмечают технический результат – повышение трибологических свойств, особенно по критерию нагрузки сваривания (несущая способность) в 1,7 раза, увеличение стойкости режущего инструмента на 20–40%. Наиболее близким аналогом рос-

сийской разработки является японская СОЖ (JP 2004 331737), однако японским исследователям не удалось достичь столь существенных результатов.

Новые возможности использования углеродных наноматериалов открываются при модификации их поверхности разнообразными функциональными группами. Модифицированию подвергаются внешняя поверхность, полость УНТ, графеновые слои путем изоморфного замещения углерода.

Целью данного исследования является оценка эффективности модифицированных УНТ в качестве трибоактивных присадок к СОТС в процессах лезвийной обработки.

Исходные УНТ и методики модификаций подробно описаны в [8]. Для испытаний были предложены несколько модификаций исходных УНТ (табл. 1).

Таблица 1. Условные обозначения модифицированных УНТ

обозначение	УНТ
S-0	исходные УНТ
S-1	модифицированные карбоксильной группой
S-2	модифицированные хлорангидридной группой
S-3	модифицированные этилендиамином
S-4	модифицированные 4-аминоазобензолом
S-5	модифицированные додециламином

Исследуемая смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) готовилась на основе индустриального масла И-40А (ГОСТ 20799-88) путем ультразвуковой диспергации присадок «чистых» (исходных) и модифицированных УНТ на частоте 22 кГц в течение 4–5 часов [9].

Оценка эффективности полученной СОЖ проводилась на операциях сверления и продольного точения. Эксперименты проводились при сравнении с индустриальным маслом И40А (базовая СОЖ) и при резании без СОТС.

Операция сверления проводилась на авторском стенде при следующих режимах резания: частота вращения шпинделя – 1040 об/мин ( $v=21,9$  м/мин), осевая нагрузка  $F = 270$  Н, инструментальный материал – сталь Р6М5, диаметр сверла 6,7 мм. Образец обрабатываемого материала представлял собой диск из стали 45, толщиной 10 мм. В качестве интегральной характеристики смазочной способности СОЖ использовали крутящий момент. Концентрация присадок

$C=5 \cdot 10^{-6}$  масс %. Подача СОЖ осуществлялась капельным методом с расходом 2 мл/мин.

Качество обработанной поверхности оценивалось её шероховатостью, которую измеряли на профилографе-профилометре «Абрис ПМ-7» при радиусе закругления иглы 5 мкм на базовой длине интегрирования – 2,4 мм. Оценочным параметром шероховатости служило среднеарифметическое отклонение профиля  $R_a$ . В другой серии экспериментов были проведены модельные исследования по определению продольной усадки стружки на различных скоростях резания для различных концентраций присадок на операции продольного точения упорно-проходным резцом. Была выбрана стандартная методика [10] определения коэффициента продольной усадки как отношения длины среза к длине стружки:

$$K_l = \frac{l_0}{l_{стр}}. \quad (1)$$

В качестве обрабатываемого материала была также использована сталь 45, инструментального – быстрорежущая сталь Р6М5 (HRC 63 - 65). Геометрия резца согласно [11] была принята:  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\varphi_l = 15^\circ$ ,  $\gamma = 20^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $\alpha_l = 6^\circ$ . Резание осуществлялось при подаче  $S = 0,1$  мм/об и глубине  $t = 0,5$  мм. Подача СОЖ осуществлялась аналогично предыдущему эксперименту. По результатам экспериментов была отобрана наиболее эффективная присадка, а также определены оптимальные концентрации присадок для различных скоростей резания.

Также были проведены испытания на износостойкость резцов при аналогичных режимах резания для СОЖ с присадками S-0, S-3, S-4 на скорости резания 40 м/мин. В качестве обрабатываемого материала использовалась аустенитная нержавеющая сталь 12Х18Н10Т. За критерий износа резца было принята фаска износа по задней поверхности 0,6 мм.

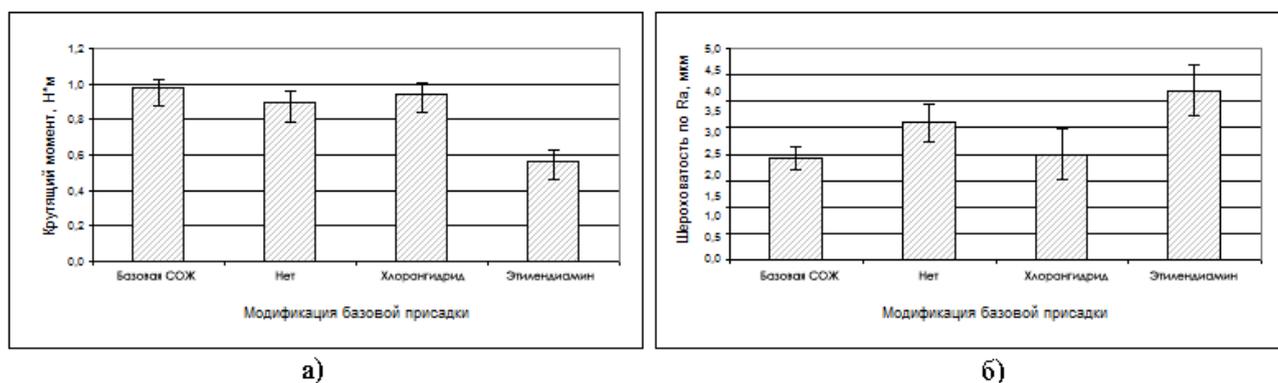
Были проведены исследования корней стружек стали 45, полученных методом падающего резца для исследуемых СОЖ, определены углы сдвига  $\beta_1$ , текстуры  $\beta_2$ , ширины зон вторичных деформаций на обработанной поверхности  $a^*$  и прирезцевой поверхности стружки  $a^*_{стр}$ , вычислен коэффициент усадки стружки  $K_l$ :

$$K_l = \frac{\cos(\beta_1 - \gamma)}{\sin \beta_1}. \quad (2)$$

Структура контактирующих поверхностей изучалась с помощью электронного микроскопа просвечивающего типа ЭМВ – 100 Л (ускоряющее напряжение 50 кВ.) в режиме получения изображения, в режиме электронографа и микродифракции. Объекты исследования готовились методом угольных реплик с «извлечением». При работе электронного микроскопа в режиме электронографа и микродифракции были получены электронограммы от вторичных структур, захваченных угольным отпечатком с исследуемой поверхности.

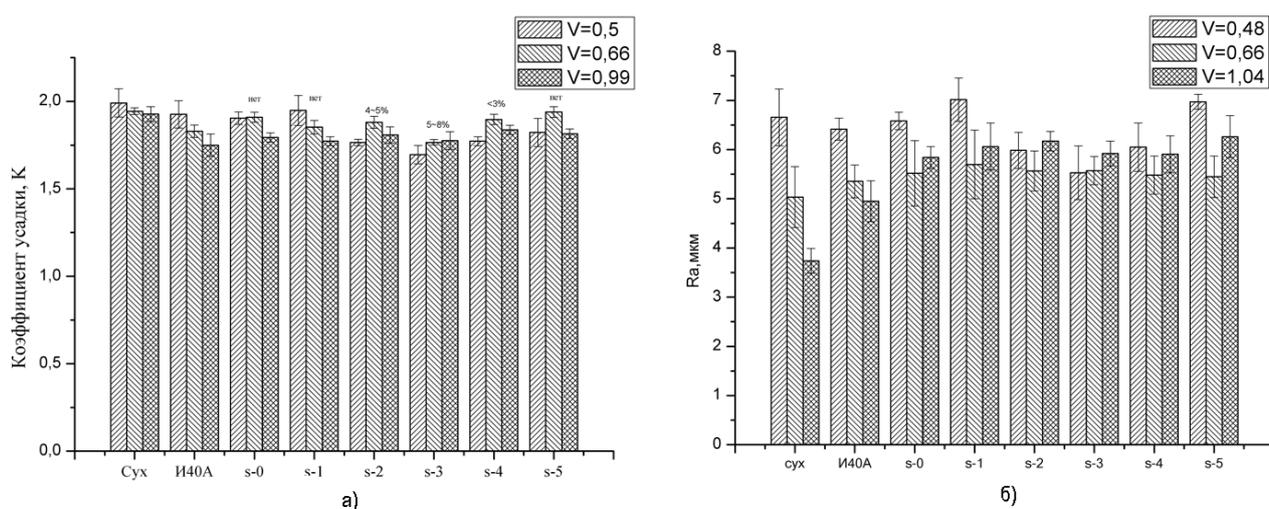
ДТА, совмещенный с масс-спектральным анализом, и ДСК материала, содержащего УНТ, проводились на приборе синхронного термического анализа STA 449 F1 Jupiter с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C Aëolos (Netzsch, Германия, 2012). Масс-спектры отходящих газов регистрировали с разрешением 1 а.е.м. при энергии ионизации электронным ударом – 70 эВ. Эксперимент проводился в интервале температур 30–850°C в алундовом тигле в контролируемой атмосфере имитирующей атмосферный воздух (80% – N<sub>2</sub>, 20% – O<sub>2</sub>).

Результаты эксперимента по сверлению представлены на рис. 1. Присадки S-1, S-5 не дали положительных эффектов. При сверлении с присадками S-0, S-2, S-3 наблюдается тенденция к уменьшению крутящего момента по сравнению с базовой СОЖ. Наиболее существенное уменьшение крутящего момента дала СОЖ с модифицированными этилендиамином УНТ (уменьшение крутящего момента на 35–40 %), однако, эта же присадка приводит к ухудшению шероховатости поверхности на 30–35%.



**Рис. 1.** Гистограммы крутящего момента (а), шероховатости по Ra (б) при сверлении стали 45 СОЖ с присадками S-0, S-2, S-3

При исследовании усадки стружки при точении стали 45 эта же присадка дала стабильный положительный эффект (уменьшение коэффициента усадки на 5–8% по сравнению с базовой СОЖ), практически не зависящий от скорости резания и концентрации присадки, в то время как на эффективность остальных присадок сильно влияли скорость резания и концентрация (рис. 2).



**Рис. 2.** Коэффициенты усадки стружки а) и шероховатость

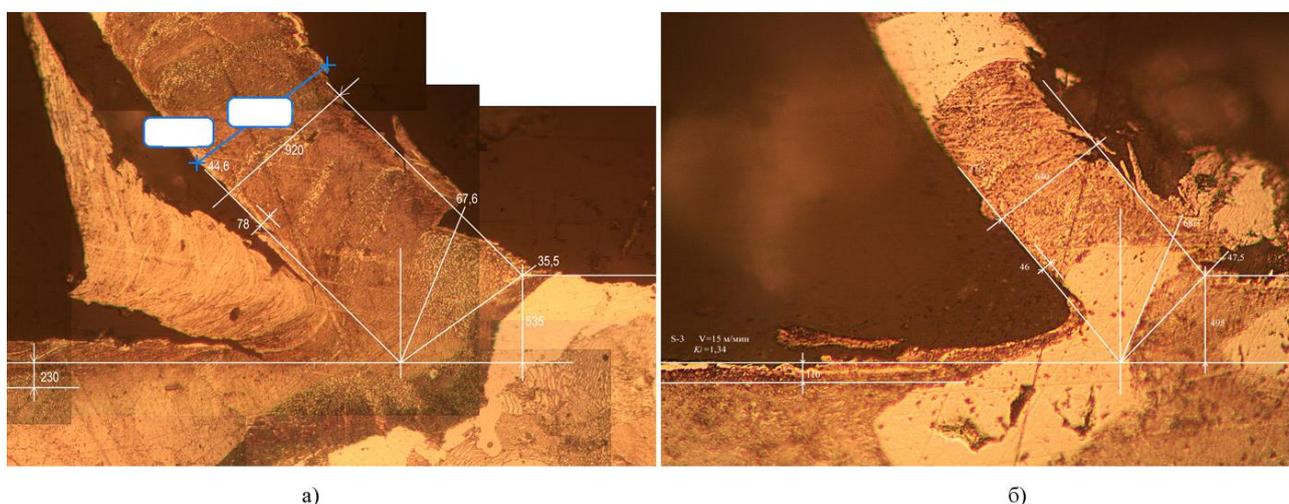
б) обработанной поверхности при точении стали 45.

Концентрация присадок  $C = 5 \cdot 10^{-6}$ ,  $S = 0,1$  мм/об.,

$t = 0,5$  мм. Скорости резания указаны в м/с

Измерение шероховатости обработанной поверхности на аналогичных режимах резания показали, как и в случае сверления, общую тенденцию к увеличению  $R_a$  поверхности в присутствии присадок УНТ. Однако на высоких скоростях они не оказывают существенного влияния на величину микронеровностей.

Исследование корней стружки показало отсутствие наростообразования при резании с присадками модифицированных УНТ, что не характерно для стали 45 на таких скоростях резания (рис. 3).



**Рис. 3.** Микрофотографии корней стружки стали 45: а) при резании всухую, б) при резании в присутствии СОЖ с присадкой S-3.  
Концентрация присадки  $C = 5 \cdot 10^{-6}$ ,  $v = 15$  м/мин,  $S = 0,1$  мм/об,  $t = 0,5$  мм

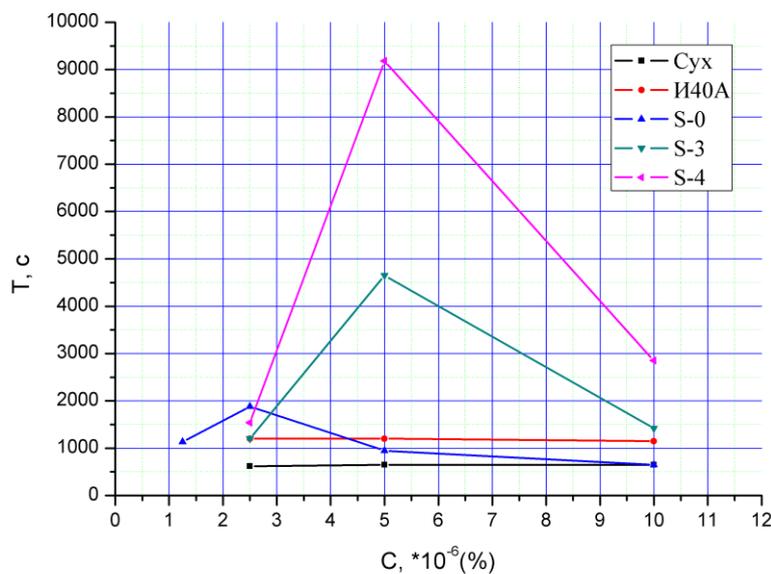
Анализ полученных результатов (табл. 2) показал, что при резании с присадками угол текстуры снижается на  $10\text{--}13^\circ$  (при погрешности измерения  $2^\circ$ ) по сравнению с базовой СОЖ, незначительно снижается коэффициент усадки стружки. При введении присадки S-3 уменьшается величина зоны вторичной деформации на прирезцевой стороне стружки  $a^*_{стр}$  на  $10 \pm 4$  мкм (30%).

Таблица 2. Исследование корней стружек

	$\beta_1,^\circ$	$\beta_2,^\circ$	$K_t$	$a, \text{мкм}$	$a_{стр}, \text{мкм}$	$a^*, \text{мкм}$	$a^*_{стр}, \text{мкм}$	нараст
Сух.	35,5	67,6	1,7	535	920	230	78	+
Базовая СОЖ	60,5	76,3	1,47	505	625	115	61	+
S-0	49,6	65,9	1,32	565	735	175	71	-
S-3	47,5	68,3	1,34	495	640	110	46	-
S-4	42	60,7	1,3	507	745	185	67	-

Как показали исследования износостойкости резцов, при точении нержавеющей стали (рис. 4) введение в состав базовой СОЖ присадок значительно увеличивает время работы резцов. Присадка S-4 увеличивает стойкость резца в

7,5 раз, S-3 – в 3,5 при концентрации  $5 \cdot 10^{-6}$  масс %. При уменьшении концентрации до  $2,5 \cdot 10^{-6}$  % присадки не оказывают влияние на износостойкость. При введении в базовую СОЖ  $2,5 \cdot 10^{-6}$  масс % присадки S-0 стойкость резца повышается 1,5 раза, однако увеличение концентрации присадки приводит к ухудшению стойкостных показателей инструментов по сравнению с базовой СОЖ.



**Рис. 4.** Зависимость стойкости резцов P18 при продольном точении сплава 12X18Н10Т от концентрации присадок.  $v=40$  м/мин,  $S = 0,1$  мм/об,  $t = 0,5$  мм

Образцы для исследования вторичных структур контактирующих поверхностей были получены при следующем режиме резания:  $V=0,46$  м/с,  $t=0,5$  мм,  $S= 0,1$  мм/об. Концентрация присадок в базовой СОЖ –  $5 \cdot 10^{-6}$  % – была выбрана согласно испытаниям на стойкость резцов. Микродифракционным исследованиям подвергались прирезцевые стороны стружек и передние поверхности резцов. Исследования реплик, полученных с поверхности стружки, при резании с присадками модифицированных УНТ показали наличие на поверхности стружки фрагментов структур, отличных от матричного металла – углерода структуры графита, оксидов и нитридов железа –  $Fe_2O_3$  и  $Fe_3N$ . Аналогичные исследования были проведены для реплик, снятых с передней поверхности резца. На передней поверхности резца в процессе обработки в присутствии присадок образуются оксиды  $Fe_2O_3$  и  $Fe_3O_4$ .

С целью установления поведения УНТ в зоне резания были проведен синхронный термический анализ (СТА) трех образцов материала, содержащего УНТ: s-0, s-3, s-4. На кривых ДСК наблюдаются экзотермические аномалии в области температур 500–620 °С, соответствующие реакции горения углеродного наноматериала. Для образцов модифицированных УНТ существуют экзотермические аномалии в более низкой области температур, связанные с отрывом и окислением функциональных групп с поверхности УНТ. Так, для образца s-3 (рис. 5), изменение массы образца на 5,45 %, сопровождающееся тепловым эффектом 183,6 Дж/г, идет в температурном диапазоне 380–472 °С. Для образца s-4 подобная аномалия имеет место в интервале 207–363 °С.

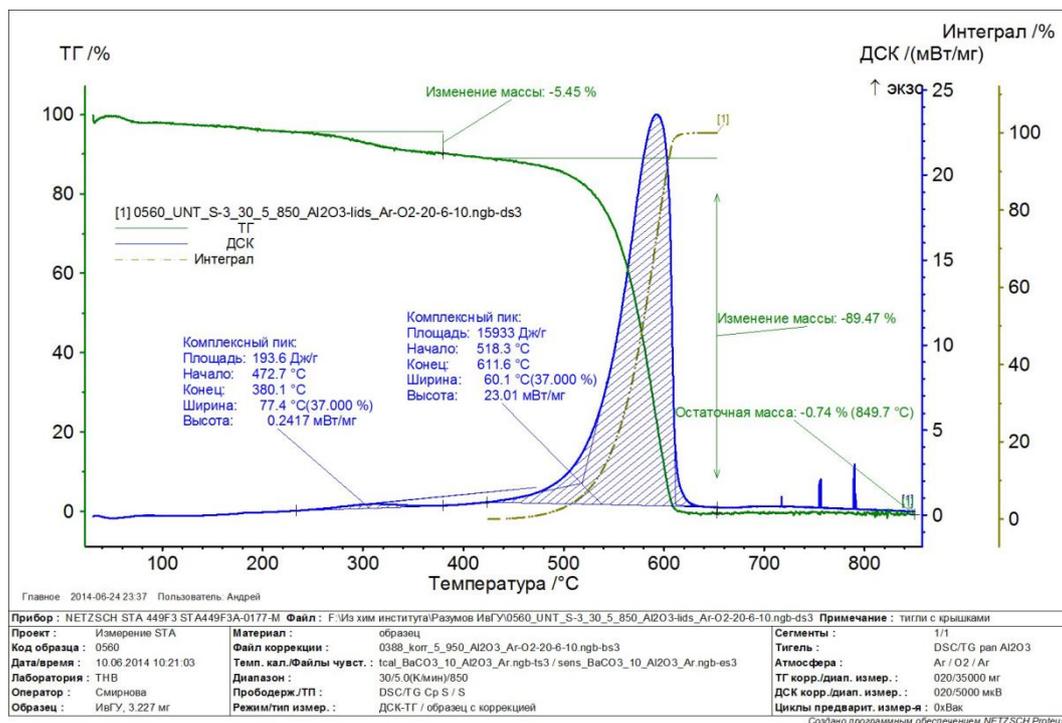


Рис. 5. СТА образца УНТ s-3

В исследуемых образцах обнаружено разное количество окисляемого углерода. Образец s-0, согласно СТА, полностью выгорает в температурном диапазоне 562–602 °С и сопровождается суммарным тепловым эффектом 20126 Дж/г. Изменение масс в образцах s-3 и s-4 сопровождается меньшими тепловыми эффектами 15933 Дж/г и 15151 Дж/г соответственно. Однако, в образце s-4 остаточная масса (зола) при 850 °С составляет 18 %. Данные масс-

спектроскопии летучих соединений показывают увеличение ионных токов соответствующих набору  $m/Z$  для спектра двуокиси углерода. Температурный диапазон, в котором происходит выделение углекислоты, для трех образцов несколько отличается: для образца s-0 выделение  $CO_2$  происходит в температурном диапазоне 435–610 °С; для s-3 – 452–630 °С; для s-4 – 360–620 °С.

Из эксперимента, можно сделать вывод, что термическая деградация модифицированных УНТ проходит в две стадии: 1) десорбция с поверхности УНТ функциональных групп, их термическое разрушение; 2) окисление углеродной нанотрубки. Авторами работы [12] отмечается, что десорбция функциональных групп с поверхности трубки сопровождается образованием дефектов на поверхности графенового слоя в виде реакционных центров.

Проведенные исследования позволяют выдвинуть гипотетический механизм действия, объясняющий влияние присадок модифицированных УНТ на процессы лезвийной обработки металлов:

1. УНТ в составе СОЖ, подаваемой в зону резания, проникают в зону непосредственного контакта обрабатываемого и инструментального материалов;

2. Под действием температуры с поверхности трубок отделяются (затем разрушаются) функциональные группы, образуя дефектную графеновую структуру, которая значительно легче поддается механическому и термическому разрушению;

3. Дефектные УНТ частично выгорают в зоне резания. Также часть углеродного материала под действием давления и взаимного перемещения инструментального и обрабатываемого материала претерпевают геометрическую перестройку в графитные структуры – «пачки» моноатомных графеновых плоскостей;

4. Углеродный материал разделяет трибосопряженные поверхности инструмента и обрабатываемого материала, уменьшая адгезионное взаимодействие между ними, а физико-механические свойства такой «пачки» подобны графиту, но её ориентация всегда будет оптимальной.

Эффективность СОЖ с присадками модифицированных УНТ зависит от типа функциональной группы-модификатора. Установлено, что наиболее эффективными являются присадки ФУНТ, функционализированные 4-аминоазобензолом и этилендиамином, а наиболее близкой к оптимальной концентрации присадок является  $C=0,5 \cdot 10^{-6} \%$  масс.

Использование в качестве активного компонента СОЖ модифицированных углеродных нанотрубок позволяет снизить крутящий момент резания на операции сверления на 20 % по сравнению с резанием при использовании базовой СОЖ, повысить работоспособность быстрорежущего инструмента до 7,5 раз, а также снизить среднее значение Ra обработанной поверхности на 20 % на операции точения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang L., Wang B., Wang X., Liu. W. Tribological investigation of CaF<sub>2</sub> nanocrystals as grease additives // *Tribology International*, vol. 40, no. 7, pp. 1179–1185, 2007.
2. CuO, ZrO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants / *Hernández Battez [et al.] // Wear*, vol. 265, no. 3-4, pp. 422–428, 2008.
3. Study on an antiwear and extreme pressure additive of surface coated LaF<sub>3</sub> nanoparticles in liquid paraffin / *Zhou J. [et al.] // Wear*, vol. 249, no. 5-6, pp. 333–337, 2001.
4. Anti-wear and friction reducing mechanisms of carbon nano-onions as lubricant additives / *Joly-Pottuz L. [et al.] // Tribology Letters*, vol. 30, no. 1, pp. 69–80, 2008.
5. Experimental evaluation of engine oil properties containing copper oxide nanoparticles as a nanoadditive / *Ettefaghi E. [et al.] // International Journal of Industrial Chemistry*, vol. 4, article 28, 2013. PP 27-33.
6. Mamalis A.G., Vogtla Ęnder L.O.G. and Markopoulos A. Nanotechnology and nanostructured materials: trends in carbon nanotubes // *Precision Engineering*, vol.28, no.1, pp.16–30, 2004.
7. The efficiency of Co-based single-wall carbon nanotubes (SWNTs) as an AW/EP additive for mineral base oils / *D. L. Curasu [et al.] // Wear*, vol. 290-291, 2012. PP. 133–139.
8. Bhaumik S., Prabhu S. and Singh K.J. Analysis of Tribological Behavior of Carbon Nanotube Based Industrial Mineral Gear Oil 250 cSt Viscosity // *Advances in Tribology*, vol. 2014, PP. 102–110.
9. Химическая модификация углеродных нанотрубок / *Н. Н. Осипов [и др.] // Известия высших учебных заведений: Химия и хим. технология*. 2013. Т. 56. №. 1. С. 100–103.
10. Ultrasonic Dispersions of Singlewalled Carbon Nanotubes / *S. Niyogi [et al.] // J. Phys. Chem. B*, 107 (2003), pp. 8799–8804.
11. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М., Машиностроение, 1975. С. 101–105.
12. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием М.: Гос. научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1982. С. 897.
13. Термическая деструкция функциональных групп модифицированных углеродных нанотрубок / *С. Я. Бричка [и др.] // Укр. хим. журн*. 2008. Т. 74. № 10. С. 77–82.

## **Naymov Aleksandr Gennad`evich**

Ivanovo State University, Russia, Ivanovo

E-mail: [agn8@yandex.ru](mailto:agn8@yandex.ru)

## **Komelkov Vyacheslav Alexeyevich**

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

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

## **Elovsky Vasilij Sergeevich**

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

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

## **Razumov Andrej Aleksandrovich**

Ivanovo State University, Russia, Ivanovo

E-mail: [agn8@yandex.ru](mailto:agn8@yandex.ru)

### **Use of carbon nanotubes as nonepisodic to equipment when cutting metals**

**Abstract.** It is proposed to use modified carbon nanotubes as an active coolant component. This allows to reduce the cutting torque for drilling operations by 20% compared to cutting with the use of basic coolant, as well as to improve the performance of high-speed tools up to 7.5 times and reduce the average value Of the RA treated surface by 20% for turning operations. On the basis of the conducted researches the hypothetical mechanism of action explaining influence of additives modified by carbon nanotubes on processes of blade processing of metals is put forward.

**Keywords:** lubricating-cooling technological means, the cutting fluid, nanotube, nanopaste, cutting, drilling, turning, modificat.

### **REFERENCES**

1. Wang L., Wang B., Wang X., Liu. W. Tribological investigation of CaF<sub>2</sub> nanocrystals as grease additives // Tribology International, vol. 40, no. 7, pp. 1179–1185, 2007.
2. CuO, ZrO<sub>2</sub> and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants / Hernández Battez [et al.] // Wear, vol. 265, no. 3-4, pp. 422–428, 2008.

3. Study on an antiwear and extreme pressure additive of surface coated LaF<sub>3</sub> nanoparticles in liquid paraffin / Zhou J. [et al.] // *Wear*, vol. 249, no. 5-6, pp. 333–337, 2001.

4. Anti-wear and friction reducing mechanisms of carbon nano-onions as lubricant additives / Joly-Pottuz L. [et al.] // *Tribology Letters*, vol. 30, no. 1, pp. 69–80, 2008.

5. Experimental evaluation of engine oil properties containing copper oxide nanoparticles as a nanoadditive / Etefaghi E. [et al.] // *International Journal of Industrial Chemistry*, vol. 4, article 28, 2013. PP 27-33.

6. *Mamalis A.G., Vogtla Jonder L.O.G. and Markopoulos A.* Nanotechnology and nanostructured materials: trends in carbon nanotubes // *Precision Engineering*, vol.28, no.1, pp.16–30, 2004.

7. The efficiency of Co-based single-wall carbon nanotubes (SWNTs) as an AW/EP additive for mineral base oils / D. L. Curasu [et al.] // *Wear*, vol. 290-291, 2012. PP. 133–139.

8. *Bhaumik S., Prabhu S. and Singh K.J.* Analysis of Tribological Behavior of Carbon Nanotube Based Industrial Mineral Gear Oil 250 cSt Viscosity // *Advances in Tribology*, vol. 2014, PP. 102–110.

9. Химическая модификация углеродных нанотрубок / N. N. Osipov [i dr.] // *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij: Himija i him. tehnologija*. 2013. T. 56. №. 1. S. 100–103.

10. Ultrasonic Dispersions of Singlewalled Carbon Nanotubes / S. Niyogi [et al.] // *J. Phys. Chem. B*, 107 (2003), pp. 8799–8804.

11. *Bobrov V. F.* Osnovy teorii rezanija metallov. M., Mashinostroenie, 1975. S. 101–105.

12. *Dolmatovskij G. A.* Spravochnik tehnologa po obrabotke metallov rezaniem M.: Gos. nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noj literatury, 1982. S. 897.

13. Термическая деградация функциональных групп модифицированных углеродных нанотрубок / S. Ja. Brichka [i dr.] // *Ukr. him. zhurn.* 2008. T. 74. № 10. S. 77–82.

*Рецензент: заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор Н. Н. Елин (ФГБОУ ВО «Ивановский политехнический университет»)*

УДК 536.223

**Сизов Александр Павлович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Профессор

Доктор химических наук, профессор

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

AuthorID: 666638

**Комельков Вячеслав Алексеевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Начальник кафедры

Кандидат технических наук

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

SPIN-код автора: 7982-9685

**Еловский Василий Сергеевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Старший преподаватель

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

SPIN-код автора: 5945-6978

**Репин Денис Сергеевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Преподаватель

E-mail: [kafppv@mail.ru](mailto:kafppv@mail.ru)

SPIN-код автора: 7447-4178

## **Герметичность электромеханических устройств с нанодисперсными магнитными жидкостями для использования в аварийно-спасательной технике**

**Аннотация.** Предложено уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью, содержащее размещенные в корпусе сальниковое, магнитожидкостное и торцовое уплотнения. Преимуществом предложенного уплотнения является то, что уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью установлено на двух втулках одна из которых нажимная для сальникового уплотнения окружена неподвижным полюсом магнитожидкостного уплотнения, другая, которая вращается совместно с валом имеет вращающийся полюс подвижный в осевом направлении и на этом полюсе магнитожидкостного уплотнения установлен кольцевой постоянный магнит, при этом торцевые части втулок нажимной

и вращающийся, обращенные к кольцевому постоянному магниту его внутреннему диаметру, образуют пространство для установки торцового уплотнения.

**Ключевые слова:** уплотнения, нанодисперсная магнитная жидкость, сальник, перепад давления, магнитная система, герметизация, запорное устройство.

В аварийно-спасательной технике стационарной и мобильной широко используются электромеханические устройства, в которых валы и другие узлы совершают вращательное, возвратно-поступательное или комбинированное движение. Для таких валов требуется надежная герметизация смазочно-охлаждающих жидкостей, огнетушащего вещества, находящегося в газообразном или жидком состоянии [1]. Выполнение условий надежной герметизации при малых потерях на трение в узле требует постоянных поисков новых материалов уплотнителя. Одним из таких материалов является нанодисперсные магнитные материалы, названные магнитными жидкостями. С использованием таких материалов разработаны магнитожидкостные уплотнения, предназначенные для герметизации валов [2, 3].

На рис. 1 представлена конструкция магнитопровода магнитожидкостного уплотнения, который устроен просто и состоит из уплотняемого вала 1, кольцевых полюсных приставок 2, 3, а в зазор между вращающимся валом и полюсными приставками помещена магнитная жидкость 4, омывающая вал и полюсные приставки. Для того чтобы скомпенсировать перепад давления, которое возникает, если давление с одной стороны выше чем с другой, в зазоре создается магнитное поле катушкой или постоянным магнитом 5, которое воздействует на магнитную жидкость. Магнитное поле вдоль оси вала неравномерное, и эта неравномерность создается путем нарезки канавок на поверхности, обращенной к валу полюсных приставок. Где магнитное поле больше – создаются пробки из магнитной жидкости, и при увеличении количества пробок возрастает компенсируемое уплотнением давление [4].

Кольцевые полюсные приставки выполняются стальными из магнитопроводящего материала.

На конструкции магнитожидкостных уплотнений и способы получения магнитных жидкостей получены ряд авторских свидетельств и патентов, опубликованы статьи в научной литературе, но этого недостаточно для внедрения

магнитожидкостных уплотнений, так как в технических условиях на магнито-жидкостных уплотнения содержится пункт «гарантия поставщика», который гарантирует изготовитель [5].

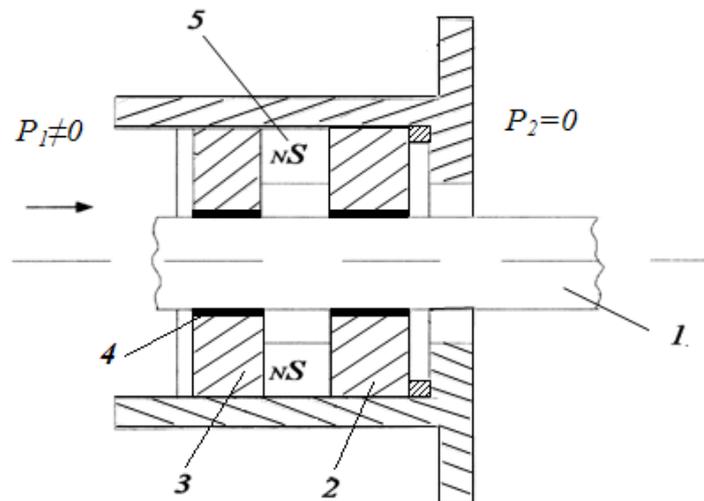


Рис. 1. Магнитожидкостное уплотнение

Разработанные уплотнения были созданы, прошли испытания и были внедрены в вакуумной технике, биологии, химии, текстильной промышленности и ряде других отраслей, однако, при их внедрении потребовалось разработать необходимую техническую документацию: отраслевые нормы, технические условия как на уплотнения, так и на используемый наноматериал, обладающий магнитными свойствами. Этот материал потребовалось создавать с ферромагнитными частицами супермалого размера. Для предотвращения укрупнения ферромагнитных частиц в базовую жидкость, в которую внедрены эти частицы, вводится поверхностно-активное вещество (ПАВ). Материал – поверхностно-активное вещество – и тип базовой жидкости выбираются с учетом условий эксплуатации магнитожидкостного уплотнения.

В результате проведенной работы была создана магнитная жидкость, имеющая низкую испаряемость, широкий интервал температуры работы (от  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ ), нетоксичная, пожаровзрывобезопасная, длительно сохраняющая начальные физико-химические и реологические свойства. Все это отвечает требованиям устройств работающих при ликвидации пожаров [6].

Следовательно, необходимо было разрабатывать методы контроля параметров магнитной жидкости, при которых обеспечивается наибольшая долговечность магнитожидкостного уплотнения. В этом случае возможно проводить ремонт устройств при минимальных экономических потерях.

В магнитожидкостных уплотнениях жидкость находится под воздействием неравномерного магнитного поля. Установлена связь магнитного поля, которое создается магнитной системой. Существует связь между параметрами магнитного поля и долговечностью работы магнитной жидкости. Следовательно, при разработке методики ускоренных испытаний магнитная жидкость должна находиться в составе магнитожидкостного уплотнения. Этот параметр связан с геометрией магнитной системы, что заставляет разработчиков магнитожидкостных уплотнений учитывать в методике прогнозирования долговечности магнитной жидкости в составе магнитожидкостного уплотнения имеющиеся полюса стандартной конфигурации.

Долговечность магнитожидкостных уплотнений связана так же со временем сохранения физико-химических параметров магнитной жидкости. Все это затрудняет процесс прогнозирования долговечности магнитожидкостных уплотнений. Задача упрощается, если использовать в магнитожидкостных уплотнениях стандартные полюсные приставки с постоянной геометрией полюсов, которые создают оптимальную долговечность магнитной жидкости, при этом необходимо знать допустимую индукцию в рабочем зазоре магнитожидкостного уплотнения [7].

Долговечность магнитожидкостного уплотнения также может быть достигнута минимальным воздействием внешней среды на магнитную жидкость. Это осуществляется применением в конструкциях, совместно с магнитожидкостными уплотнениями, традиционных герметизирующих устройств, которые названы комбинированными уплотнениями. Виды таких традиционных герметизирующих устройств представлены в [8].

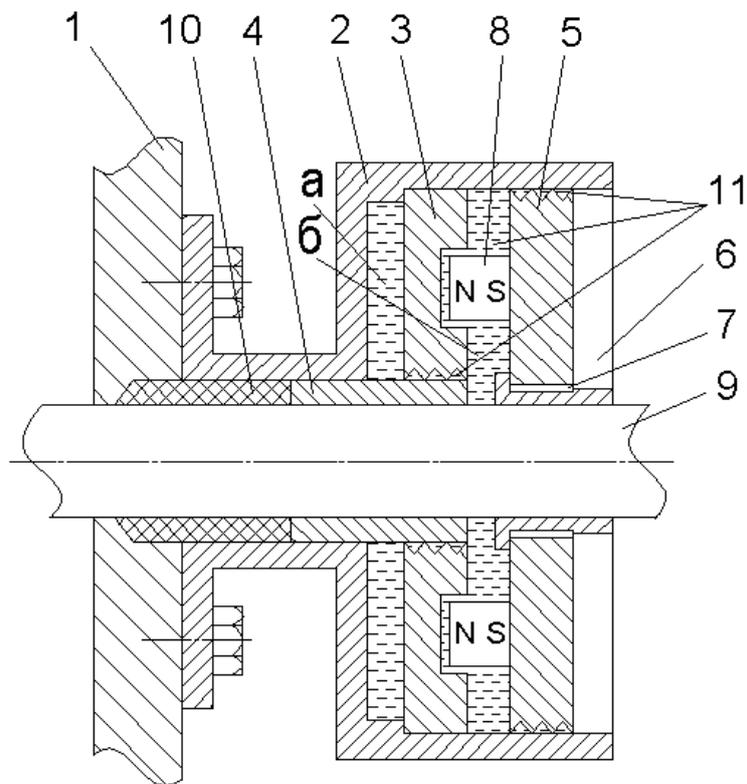
В пожарной технике широко применяют уплотнительные устройства для герметизации узлов, работающих в контакте с жидкими и газовыми устройствами. Условия работы таких устройств должны гарантировать их высокую надежность как в рабочем состоянии, так и дежурном режиме, т.е. когда например насос подающий воду не эксплуатируется, но должен быть исправен после стоянки в случае возникновения пожара.

Все это предъявляет высокие требования к надежности таких устройств. Поэтому проводятся работы по совершенствованию их конструкции и внедрению новых материалов.

В технике в электромеханических устройствах широко известны сальниковые уплотнения, используемые для герметизации различных соединений, в том числе вращающихся валов. Основным недостатком таких уплотнений является износ сальниковой набивки и, вследствие этого, потеря герметичности уплотнения, что вызывает необходимость замены сальниковой набивки. Это характерно при герметизации валов насоса консольного типа, которые должны находиться в постоянном рабочем состоянии, в том числе и при стоянке вала в так называемом дежурном режиме. Такого вида насосы широко распространены в аварийно-спасательной технике [9].

Для исключения недостатков, присущих такого вида уплотнениям, когда при работе в дежурном режиме сальниковое уплотнение негерметично, разработано комбинированное уплотнение. Поставленная цель достигается тем, что сальниковое уплотнение комбинируется с магнитожидкостным уплотнением. Уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью установлено на двух втулках, одна из которых нажимная для сальникового уплотнения окружена неподвижным полюсом магнитожидкостного уплотнения, другая, которая вращается совместно с валом, имеет вращающийся полюс, подвижный в осевом направлении. На этом полюсе магнитожидкостного уплотнения установлен кольцевой постоянный магнит, при этом торцовые части втулок нажимной и вращающейся, обращенные к кольцевому постоянному магниту его внутреннего диаметра, образуют пространство для установки торцового уплотнения.

На рис. 2 изображено комбинированное уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью. Уплотнение состоит из следующих элементов: корпуса 1; водяного насоса, на фланец которого помещён неподвижный корпус магнитожидкостного уплотнения 2, внутри корпуса расположен магнитопровод магнитожидкостного уплотнения, состоящий из неподвижного магнитопровода 3, между внутренней поверхностью корпуса и обращенной к ней поверхностью неподвижного магнитопровода образована полость «а» для размещения в ней нажимной втулки 4, являющейся одновременно внутренним магнитопроводом магнитожидкостного уплотнения и которая не вращается совместно с валом.



**Рис. 2.** Уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью

Подвижный магнитопровод 5 закреплён на втулке 6 с помощью шпонки 7 или другого соединения, допускающего возможность осевого перемещения подвижного магнитопровода. На подвижном магнитопроводе установлен кольцевой постоянный магнит 8 жестко и герметично. Втулка, на которой закреплен подвижный магнитопровод, и неподвижный магнитопровод образуют полость «б» для расположения торцевого уплотнения. Торцевое уплотнение создается поверхностью нажимной втулки, обращенной к втулке, вращающейся совместно с валом 9 уплотнения и втулкой или её частью. В корпусе водяного насоса устанавливается сальниковая набивка 10. Зазоры между неподвижным магнитопроводом и нажимной втулкой, полость «а», зазор между постоянным магнитом и торцевой поверхностью неподвижного магнитопровода, обращенной к постоянному магниту, полость «б» и зазор между подвижным магнитопроводом и корпусом магнитожидкостного уплотнения заправляются магнитной жидкостью.

Работает комбинированное уплотнение с нанодисперсной магнитной жидкостью следующим образом: при вращении вала его герметизация обеспечивается сальниковой набивкой 10, ферромагнитной жидкостью 11 и торцовым уплотнением. Уплотняемая среда, например, вода, может проходить под действием перепада давления через зазор между сальниковой набивкой 10 и валом 9, а также через зазор между сальниковой набивкой и корпусом водяного насоса 1. Утечка в этом направлении уменьшается за счёт гидродинамических сопротивлений указанных зазоров и других сил, возникающих при установке сальниковой набивки.

В процессе работы уплотнения утечка может возрасти за счёт износа сальниковой набивки, что предотвращается деформацией её с помощью нажимной втулки и пропитки материала сальниковой набивки. Далее на пути утечки установлено магнитожидкостное и торцовое уплотнение. Следовательно, возрастает компенсируемое давление. Компенсируемое давление магнитожидкостным уплотнением возрастает также за счёт осевого перемещения подвижного магнитопровода 5 на втулке 6. В этом случае возрастает магнитная энергия, отдаваемая постоянным магнитом 8 в зазоры магнитожидкостного уплотнения, заполненные магнитной жидкостью. Это происходит при износе сальниковой набивки 10. Сальниковая набивка изнашивается как при работе уплотнения, так и при его дежурном режиме за счёт воздействия на её микронеровностей вала при его вращении, а также за счёт процессов старения.

Торцовое уплотнение может быть создано из пар трения, выполненных, например, из сапфирового графита, который будет находиться в среде с магнитной жидкостью, которая будет омывать пару трения, выполняя уплотнительные функции, и среде, уменьшающей трение между парами.

В результате взаимодействия торцевого уплотнения и магнитной жидкости будет увеличиваться долговечность торцевого уплотнения, его герметизирующая способность и уменьшатся потери на трение при работе комбинированного уплотнения [10].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ увеличения надежности водяных насосов в системе противопожарной защиты / В. С. Еловский [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы III Всерос-

сийской научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 46–48.

2. Уплотнения и уплотнительная техника: справочник / П. А. Кондаков [и др.]. М., 1986. 399 с.

3. Комбинированное уплотнение вала: патент РФ № 2582718 / Сизов А. П., Еловский В. С., Колбашов М. А. и др. Опубл. 2016. Бюл. № 6.

4. Использование магнитоуправляемых наножидкостей в устройствах пожарной автоматики и аварийно-спасательной техники: монография / А. П. Сизов [и др.]. Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014. 335 с.

5. Сизов А. П., Сергеев Е. В., Полякова Е. В. Перспективы использования магнитоуправляемых наножидкостей в устройствах автоматической противопожарной защиты // Пожарная и аварийная безопасность: материалы V Международной НПК. Иваново, 2010. С. 72–79.

6. Магнитные жидкости в машиностроении / Д. В. Орлов [и др.]; под ред. Д. В. Орлова, В. В. Подгоркова. М.: Машиностроение, 1986. 464 с.

7. Орлов Д. В., Калинин А. К., Михалев Ю. О. К расчету магнитной системы феррожидкостного уплотнения // Электромеханика. 1981. № 9. С. 1020–1023.

8. Уплотнения и уплотнительная техника: справочник / Л. А. Кондаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. М.: Машиностроение, 1986. 464 с.

9. Балыгин В. В., Кражановский А. Н. Насосы: каталог-справочник. Новосибирск: НГАСУ, 1999. 97 с.

10. Смолин Б. И. Применение магнитножидкостного уплотнения в нижнем приводе мешалки ферментера // Материалы II Всесоюзной школы-семинара по магнитным жидкостям. М.: МГУ, 1981. С. 133–134.

## **Sizov Aleksandr Pavlovich**

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

## **Komelkov Vyacheslav Alexeyevich**

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

## **Elovsky Vasilij Sergeevich**

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

## **Repin Denis Sergeevich**

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

## **Hermeticity of electromechanical devices with nanodispersed magnetic fluids for use in rescue equipment**

**Abstract.** The proposed seal with nanodispersed magnetic fluid, containing accommodated in the housing of the gland, the magnetic liquid and the mechanical seal. The advantage of the proposed seal is that the seal with a nanodisperse magnetic fluid is mounted on two bushings, one of which is a pressure for the gland seal is surrounded by a fixed pole of the magneto-liquid seal, the other, which rotates in conjunction with the shaft has a rotating pole movable axially and at this pole of the magneto-liquid seal is installed a ring permanent magnet, while the end parts of the bushings are pressed and rotating, facing the ring permanent magnet of its inner diameter, form a space for the installation of the mechanical seal.

**Keywords:** nanodisperse magnetic fluid, gland, differential pressure, magnetic system, sealing, locking device.

## REFERENCES

1. Sposob uvelichenija nadezhnosti vodjanyh nasosov v sisteme protivopozhar-noj zashhity / V. S. Elovskij [i dr.] // Aktual'nye voprosy sovershenstvovanija inzhe-nernyh sistem obespechenija pozharnoj bezopasnosti ob#ektov: materialy III Vseros-sijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj Godu pozharnoj ohrany. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaja pozharно-spasatel'naja akademija GPS MChS Rossii, 2016. S. 46–48.
2. Uplotnenija i uplotnitel'naja tehnika: spravocnik / P. A. Kondakov [i dr.]. M., 1986. 399 s.
3. Kombinirovannoe uplotnenie vala: patent RF № 2582718 / Sizov A. P., Elovskij V. S., Kolbashov M. A. i dr. Opubl. 2016. Bjul. № 6.
4. Ispol'zovanie magnitoupravljaemyh nanozhidkostej v ustrojstvah pozharnoj avtomatiki i avarijno-spasatel'noj tehniki: monografija / A. P. Sizov [i dr.]. Ivanovo: Ivanovskij institut GPS MChS Rossii, 2014. 335 s.
5. Sizov A. P., Sergeev E. V., Poljakova E. V. Perspektivy ispol'zovanija magnitoupravljaemyh nanozhidkostej v ustrojstvah avtomaticheskoi protivopozharnoj zashhity // Pozharnaja i avarijnaja bezopasnost': materialy V Mezhdunarodnoj NPK. Ivanovo, 2010. S. 72–79.
6. Magnitnye zhidkosti v mashinostroenii / D. V. Orlov [i dr.]; pod red. D. V. Orlova, V. V. Podgorkova. M.: Mashinostroenie, 1986. 464 s.
7. Orlov D. V., Kalinkin A. K., Mihalev Ju. O. K raschetu magnitnoj sistemy ferrozhidkostnogo uplotnenija // Jelektromehanika. 1981. № 9. S.1020–1023.
8. Uplotnenija i uplotnitel'naja tehnika: spravocnik / L. A. Kondakov [i dr.]; pod obshh. red. A. I. Golubeva, L. A. Kondakova. M.: Mashinostroenie, 1986. 464 s.
9. Balygin V. V., Krazhanovskij A. N. Nasosy: katalog-spravocnik. Novosi-birsk: NGASU, 1999. 97 s.
10. Smolin B. I. Primenenie magnitnozhidkostnogo uplotnenija v nizhnem pri-vode meshalki fermentera // Materialy II Vsesojuznoj shkoly-seminara po magnitnym zhidkostjam. M.: MGU, 1981. S. 133–134.

*Рецензент: заведующий лабораторией физико-технических исследований, научный руководитель Трибологического центра, профессор, доктор технических наук А. Г. Наумов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»)*

## ПОЖАРОТУШЕНИЕ

УДК 614.842.4, 614.849

**Гладков Сергей Викторович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат технических наук

[https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=906041](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=906041)

E-mail: [S.glad@mail.ru](mailto:S.glad@mail.ru)

**Колбашов Михаил Александрович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат технических наук

[http://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=884492](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=884492)

E-mail: [kolbashow@mail.ru](mailto:kolbashow@mail.ru)

### **Организационно-техническое обеспечение нештатной службы связи в местном пожарно-спасательном гарнизоне**

**Аннотация.** В статье раскрыто понятие, содержание задач нештатных служб связи организуемых в пожарно-спасательных гарнизонах. Отмечены изменения федерального законодательства и ведомственных документов, касающихся организации нештатных служб связи территориальных и местных пожарно-спасательных гарнизонов. Рассмотрены вопросы по техническому обеспечению эксплуатации средств связи, компьютерной техники. Проведен анализ нормативных документов по техническому обеспечению средств связи и в заключении сделан вывод, что необходима разработка единого документа применительно к организации этой деятельности в территориальных и местных пожарно-спасательных гарнизонах.

**Ключевые слова:** пожарно-спасательный гарнизон, нештатная служба связи, средства связи, диспетчерский пункт, должностное лицо, электронно-вычислительная техника, техническое обеспечение.

Нештатная служба связи (НСС) является одной из служб территориального пожарно-спасательного гарнизона, представляет собой вид деятельности по эксплуатации средств связи, организуемый на нештатной основе. Основное назначение НСС – обеспечение готовности систем и средств связи к выполнению задач гарнизонной службы [1].

В настоящее время общее содержание деятельности НСС поясняется приказами МЧС России от 25 октября 2017 года № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах», от 5 апреля 2011 года № 167 «Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны», от 12 октября 2016 года № 543 «Об утверждении типового Положения о местном пожарно-спасательном гарнизоне», методическими рекомендациями по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России изданными Управлением информационных технологий и связи МЧС России в 2013 и сводится к следующим положениям:

- устанавливаются основные обязанности начальника НСС для обеспечения комплекса мероприятий по эксплуатации средств связи, имеющихся в гарнизоне;

- указывается, что в состав НСС пожарно-спасательных гарнизонов могут входить штатные подразделения связи и отдельные специалисты связи соответствующих пунктов управления и узлов связи Федеральной противопожарной службы, а также специальные ремонтные подразделения, посты технического обслуживания и ремонта;

- перечисляются функции НСС, в том числе разработка схемы проводной и радиосвязи в гарнизоне, учет и анализ наличия и состояния всех имеющихся в территориальном и подчиненных местных гарнизонах средств и систем связи и автоматизации, планирование, организация, осуществление и контроль их технического обеспечения и эксплуатации, разработка мероприятий по совершенствованию собственной системы связи гарнизона [2].

Указанные источники информации в целом вполне исчерпывающе позволяют организовать деятельность этой службы, но по нашему мнению целесообразно отметить ряд особенностей.

Перечисленные функции службы связи до 2016 года реализовались с участием подразделений и специалистов производственно-технических центров Федеральной противопожарной службы, имевших тип федеральных государственных бюджетных учреждений, созданных на территории субъектов Рос-

сийской Федерации в соответствии с приказом МЧС России от 27 января 2006 года № 47 «Об утверждении перечней подразделений федеральной противопожарной службы и о порядке их создания».

После утверждения приказа МЧС России от 30 декабря 2015 года № 714 «О создании федеральных автономных учреждений МЧС России путем изменения типа существующих федеральных государственных бюджетных учреждений, находящихся в ведении МЧС России» эти производственно-технические центры были преобразованы в Центры материально-технического обеспечения федеральной противопожарной службы. При этом изменился не только их тип, но и часть функций, касающихся эксплуатации средств связи, находящихся на снабжении пожарно-спасательных гарнизонов.

Перечень работ, выполняемых в центрах материально-технического обеспечения, утвержденных уставами этих организаций, предусматривает мероприятия по технической эксплуатации, в том числе техническое обслуживание, ремонт, диагностирование, испытание, метрологическое обеспечение средств связи. При прежнем типе организации кроме названных осуществлялись такие мероприятия, как планирование и контроль эксплуатации, учет и анализ отказов аппаратуры связи, категорирование и списание.

Отмечаем также положение, что согласно [3], НСС создается в территориальном гарнизоне, а в местных пожарно-спасательных гарнизонах (МПСГ) разрешается не создавать нештатную службу связи, при этом ее задачи возлагаются на нештатную техническую службу [4]. Из этого следует, что в пожарно-спасательных подразделениях специалисты по пожарной технике дополнительно обеспечивают и техническую эксплуатацию средств связи. В части исполнения схожих действий в рамках обеспечения технической службы и службы связи такое совмещение является рациональным. Однако для выполнения ряда мероприятий, в числе которых техническое обслуживание аппаратуры связи и автоматизации, участие в проведении ремонтов средств связи, выявление причин неисправностей аппаратуры связи, проведение занятий по освоению новых средств связи и автоматизации личным составом подразделений, необходимо наличие у ответственных лиц специальных знаний в области электроники и связи.

В качестве вывода по вышесказанному можно отметить концентрацию исполнения большинства функций НСС в территориальном органе ФПС. В местных гарнизонах при отсутствии НСС и штатных квалифицированных со-

трудников (работников) по этому направлению деятельности возрастает роль начальника подразделения в обеспечении эффективности службы связи.

Под организационным обеспечением понимается совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие сотрудников (работников) с техническими средствами и между собой в процессе эксплуатации средств связи.

Организационное обеспечение НСС включает следующие составляющие:

- анализ существующего состояния эксплуатации средств связи;
- выявление задач по обеспечению и совершенствованию эксплуатации средств связи;
- разработку и обеспечение исполнения регламентов (инструкций) по эксплуатации средств связи и автоматизации, находящихся на вооружении пожарно-спасательных подразделений.

Техническое обеспечение включает действия по укомплектованию пожарно-спасательных подразделений средствами связи и поддержанию их в состоянии постоянной готовности.

Компонентами технического обеспечения связи в местном пожарно-спасательном гарнизоне являются:

- укомплектование подразделений средствами связи в соответствии с нормами табельной положенности;
- содержание аппаратуры связи в исправности и готовности к использованию по назначению;
- организация и проведение технического обслуживания в установленные сроки;
- организация ремонта вышедшей из строя техники связи.

Качественная оценка текущего состояния оперативных средств связи производится ответственными лицами (начальником дежурной смены, диспетчером) при приеме дежурства и фиксируется в журнале приема технического состояния средств связи. Анализ записей в журнале за отчетный период позволяет сформировать статистические данные по исправности и отказам для каждого вида техники связи.

Наименование, тип, количество средств связи в подразделениях гарнизона составляется на основании карточек учета и оформляется в виде таблиц. Наряду с фактическим количеством в таблицах указывается потребность в недостающем количестве тех или иных средств связи.

Перечень наименований и требуемое количество средств связи регламентируется нормами, утвержденными приказами МЧС России.

Нормы табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных пожарных автомобилей, введенные в действие в соответствии с приказом МЧС России от 28 марта 2014 года № 142 «О внесении изменений в Приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425» [5], содержат следующий перечень средств связи:

- система навигации с картой России;
- специальное громкоговорящее устройство СГУ;
- мобильная радиостанция;
- носимая радиостанция;
- резервная аккумуляторная батарея для переносной радиостанции с зарядным устройством;
- телефон с возможностью ведения и передачи фото и видеoinформации по сетям стандарта цифровой мобильной сотовой связи GSM;
- электромегафон;
- телематический модуль ГЛОНАСС.

Нормы табельной положенности стационарных средств связи включают следующие наименования:

- мини-АТС в комплекте с системным телефоном и блоком бесперебойного питания;
- трансляционный усилитель в комплекте с микрофоном и громкоговорителями;
- многоканальная система записи, регистрации и архивирования звуковых сигналов с источником бесперебойного питания;
- диспетчерский пульт в комплекте;
- информационная панель с интерактивными функциями;
- оборудование системы аварийного (резервного) электропитания;
- радиостанции стационарные с диапазонами УКВ, КВ в комплекте с блоком питания и блоком бесперебойного питания.

Состав табельной положенности телекоммуникационных линий, служебных телефонов, радиотрансляционных точек, оргтехники предусматривает:

- специальные линии связи «101»;
- прямые (некоммутируемые) линии связи;

- волоконно-оптические линии связи;
- телефоны городской телефонной сети;
- радиотрансляционные точки;
- телефоны от мини-АТС;
- факсимильный аппарат;
- телефоны сотовой связи в комплекте;
- локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет;
- персональный компьютер в комплекте;
- копировальный аппарат (сканер, принтер).

Обеспечение стационарными средствами связи пожарно-спасательных подразделений ФПС МЧС России осуществляется в соответствии с приказами МЧС России от 28 мая 2009 года № 327 «Об утверждении норм обеспечения материально-техническими средствами главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации», от 06 апреля 2009 года № 211 «Об утверждении норм обеспечения междугородной и сотовой связью организаций системы МЧС России, финансируемых из федерального бюджета».

Мероприятия, связанные с применением и обслуживанием компьютерной техники в местном пожарно-спасательном гарнизоне, должны осуществляться в соответствии с положениями приказа МЧС России от 27 октября 2009 года № 613 «Об утверждении Руководства по технической эксплуатации и учету средств вычислительной и оргтехники в системе МЧС России».

Оснащение средствами связи и автоматизации пожарно-спасательных частей, организуемых органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, производится в соответствии с нормами, утверждаемыми главами администраций этих субъектов. При этом количество средств связи по одинаковым наименованиям в пожарно-спасательных подразделениях различной ведомственной и территориальной принадлежности, как правило, совпадает.

Так как в большинстве местных пожарно-спасательных гарнизонах личный состав не имеет специальной подготовки по электронно-вычислительной технике (ЭВТ) и оргтехнике (ОТ) в соответствующих учебных заведениях или на предприятиях промышленности (курсах), то для получения допуска к технической эксплуатации средств ЭВТ и ОТ необходимо прохождение соответствующей технической подготовки со сдачей экзаменов. Для организации

этой работы в территориальном гарнизоне может создаваться специальная комиссия.

Основными задачами НСС в местном пожарно-спасательном гарнизоне являются:

- поддержание имеющейся в наличии техники связи в работоспособном состоянии;
- обеспечение постоянной готовности использования ее по назначению.

Важно отметить, что наряду с использованием традиционной аппаратуры связи, например, радиостанций, СГУ, электромегафонов, в составе оборудования стационарных сооружений пожарно-спасательных подразделений и пожарных автомобилей появились новые современные электронные изделия, относящиеся к категории средств связи, такие как персональные компьютеры, сотовые телефоны, навигаторы [6,7].

Следовательно, возникает необходимость внесения изменения в инструкции по проверке исправности, работоспособности комплекса средств связи с учетом новых наименований вновь поступающих средств, в частности в процессе приема/передачи оперативного дежурства, эти обстоятельства приводятся в работе.

Кроме того, для этих средств необходимо упорядочить регламентные работы по техническому обслуживанию (ТО) в рамках проведения ТО №1 и ТО №2, организуемых непосредственно в подразделениях. Для повышения эффективности этих действий целесообразно начальнику НСС МПСГ обеспечить координацию действий с НСС территориального пожарно-спасательного гарнизона, получить выписки из эксплуатационной документации, инструкции по настройке и готовности соответствующих средств связи.

В связи с тем, что ряд электронных устройств, эксплуатируемых в пожарно-спасательных подразделениях, предусматривают программное обеспечение [8], а для программирования их функций привлекаются специалисты отдела связи, оповещения и автоматизированных систем управления Главного управления МЧС России по субъекту Российской Федерации или инженерно-технический состав группы связи ФГКУ «Специализированная пожарная часть по тушению крупных пожаров ФПС», представляется целесообразным после проведения этих действий в подразделениях оформлять акты выполненных работ с указанием в них полученных результатов (значений номиналов частот, выходной мощности радиостанций, количество и время соединения внутренних

телефонных линий с каждой внешней линией мини-АТС для трансляции входящего звонка, установление приоритетов абонентов при обеспечении выхода в телефонные сети городской, междугородной, ведомственной телефонной связи и др.).

Отметим, что в настоящее время происходят изменения нормативно-правовой базы деятельности организации подразделений пожарной охраны, в том числе и по обеспечению связи. Прежде всего следует обратить внимание на разработку приказов МЧС России «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах» (Приказ от 25.10.2017 № 467), «Об утверждении Боевого Устава подразделений пожарной охраны определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Приказ от 16.10.2017 № 444), проекта изменений и дополнений в приказ МЧС России от 23 июня 2006 года № 375 «Об утверждении и введение в действие Руководства по радиосвязи МЧС России» [9]. Изменения в приказ № 375 не касаются обеспечения технической эксплуатации средств связи пожарно-спасательного гарнизона.

Для упорядочения работ по техническому обеспечению эксплуатации средств связи, компьютерной техники назрела необходимость разработки единого документа применительно к организации этой деятельности в территориальных и местных пожарно-спасательных гарнизонах, составленного, например, по аналогии с Инструкцией по организации материально-технического обеспечения системы МЧС России, утвержденной приказом МЧС России от 18 сентября 2012 года № 555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [10].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гладков С.В., Колбашов М.А.* Организация службы связи пожарной охраны: учебное пособие по дисциплине «Автоматизированные системы управления и связь». Иваново: ООНИ ЭКО ИВИ ГПС МЧС России, 2013. 131 с.
2. Методические рекомендации по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России. Управление информационных технологий и связи МЧС России, 2013.

3. Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах: приказ МЧС России от 25 октября 2017 года № 467.

4. Об утверждении типового Положения о местном пожарно-спасательном гарнизоне: приказ МЧС России от 12 октября 2016 года № 543.

5. О внесении изменений в Приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425: приказ МЧС России от 28 мая 2014 года № 142.

6. Вопросы обеспечения функциональных видов связи в пожарно-спасательных гарнизонах / М.А. Колбашов [и др.] // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-5/06-05-17.ttb.pdf>. 2017. № 5(75).

7. Колбашов М.А., Гладков С.В., Волков А.В. Совершенствование информационного сопровождения руководителей дежурных смен при срабатывании систем автоматического вызова пожарных подразделений // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 18 апреля 2017 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 38–42.

8. Гладков С.В., Колбашов М.А., Волков А.В. Совершенствование использования информационных систем связи и оповещения в оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.

9. Об утверждении и введение в действие руководства по радиосвязи МЧС России: приказ МЧС России от 23 июня 2006 года № 375.

10. Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России от 18 сентября 2012 года № 555.

## **Gladkov Sergei Viktorovich**

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

## **Kolbashov Mikhail Alexandrovich**

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

### **Organizational and technical support of non-standard communication service in the local fire and rescue garrison**

**Abstract.** The article reveals the concept, content of tasks of non-standard communication services organized in fire and rescue garrisons. Changes in the federal legislation and departmental documents related to the organization of non-standard communication services of territorial and local fire and rescue garrisons have been noted. Questions on technical maintenance of operation of communication facilities, computer equipment are considered. An analysis of normative documents on the technical support of communication facilities was conducted and concluded that it is necessary to develop a single document for the organization of this activity in territorial and local fire-fighting garrisons.

**Keywords:** fire fighting and rescue garrison, non-standard communication service, communication facilities, dispatch center, official, electronic computing equipment, technical support.

### **REFERENCES**

1. Gladkov S.V., Kolbashov M.A. Organizacija sluzhby svjazi pozharnoj ohrany: uchebnoe posobie po discipline «Avtomatizirovannye sistemy upravlenija i svjaz'». Ivanovo: OONI JeKO IvI GPS MChS Rossii, 2013. 131 s.
2. Metodicheskie rekomendacii po planirovaniju, organizacii i obespečeniju svjazi v MChS Rossii. Upravlenie informacionnyh tehnologij i svjazi MChS Rossii, 2013.

3. Ob utverzhdenii Polozhenija o pozharno-spasatel'nyh garnizonah: prikaz MChS Rossii ot 25 oktjabrja 2017 goda № 467.

4. Ob utverzhdenii tipovogo Polozhenija o mestnom pozharno-spasatel'nom garnizone: prikaz MChS Rossii ot 12 oktjabrja 2016 goda № 543.

5. O vnesenii izmenenij v Prikaz MChS Rossii ot 25.07.2006 № 425: prikaz MChS Rossii ot 28 maja 2014 goda № 142.

6. Voprosy obespechenija funkcional'nyh vidov svjazi v pozharno-spasatel'nyh garnizonah / M.A. Kolbashov [i dr.] // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti: in-ternet–zhurnal. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-5/06-05-17.ttb.pdf>. 2017. № 5(75).

7. *Kolbashov M.A., Gladkov S.V., Volkov A.V.* Sovershenstvovanie informaci-onnogo soprovozhdenija rukovoditelej dezhurnyh smen pri srabatyvanii sistem av-tomaticheskogo vyzova pozharnyh podrazdelenij // Aktual'nye voprosy sovershenstvovanija inzhenernyh sistem obespechenija pozharnoj bezopasnosti ob#ektov: mate-rialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj Godu grazhdanskoj oborony, Ivanovo, 18 aprelja 2017 g. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaja pozharno-spasatel'naja akademija GPS MChS Rossii, 2017. S. 38–42.

8. *Gladkov S.V., Kolbashov M.A., Volkov A.V.* Sovershenstvovanie ispol'zovanija informacionnyh sistem svjazi i opoveshhenija v operativnoj dejatel'nosti pozharno-spasatel'nyh podrazdelenij // Pozharnaja i avarijnaja bezopasnost': sbornik materialov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaja pozharno-spasatel'naja akademija GPS MChS Rossii, 2017.

9. Ob utverzhdenii i vvedenie v dejstvie rukovodstva po radiosvjazi MChS Ros-sii: prikaz MChS Rossii ot 23 ijunja 2006 goda № 375.

10. Ob organizacii material'no-tehnicheskogo obespechenija sistemy Mini-sterstva Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situ-acijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij: prikaz MChS Rossii ot 18 sentjabrja 2012 goda № 555.

*Рецензент: доцент, кандидат физико-математических наук, доцент А. Н. Иванов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»)*

УДК 378.1

**Шипилов Роман Михайлович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат педагогических наук

Доцент

**SPIN-код автора: 4089-5388**

E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

**Легошин Михаил Юрьевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Начальник кафедры

E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

**Ишухина Елена Витальевна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Преподаватель

Кандидат педагогических наук

Доцент

E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

**Кулагин Анатолий Васильевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Старший преподаватель

E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

**Маринич Евгений Евгеньевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Преподаватель

Кандидат педагогических наук

E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

**Разработка комплекса упражнений для развития силовой выносливости в модифицированной боевой одежде пожарного**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается оптимизация методов обучения и возможности использования различных прикладных тренировочных систем, входящих в структуру профессионально-прикладной физической подготовки, в части прикладных упражнений и их структуры, обеспечивающих,

как повышение уровня физической подготовленности, так и формирование профессиональных двигательных действий, необходимых для решения профессиональных задач. В качестве основных средств физической подготовленности обучающихся представлена методика занятий на этапе профессионально-прикладной физической подготовки на основе моделирования условий профессиональной деятельности по дисциплине «Пожарно-спасательная подготовка» в рамках изучаемой темы «Обучение работе с ручными пожарными лестницами, автолестницами и коленчатыми подъемниками».

В качестве учебно-тренировочной базы выступила Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. В статье подробно представлен перечень специализированных прикладных упражнений как дополнительного средства подготовки обучающихся к обучению упражнению «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» и последующей положительной сдачи контрольного норматива по данному упражнению. Представлена методика выполнения данного комплекса. Также была экспериментально обоснована эффективность представленной методики занятий по профессионально-прикладной физической подготовке в учебно-тренировочном процессе по изучаемой теме «Обучение работе с ручными пожарными лестницами, автолестницами и коленчатыми подъемниками».

**Ключевые слова:** профессионально-прикладная физическая подготовка, физические упражнения, силовая выносливость, ручные пожарные лестницы, штурмовая лестница, комплекс упражнений, физическая подготовленность.

### **Актуальность.**

В настоящее время подготовка будущих специалистов пожарно-технического профиля обуславливает необходимость разработки научно обоснованных подходов к формированию у обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России двигательных умений, специальных навыков и развития физических качеств. Современный этап научно-технического развития в образовательных организациях высшего образования МЧС России характеризуется совершенствованием форм, средств и методов организации занятий физическими упражнениями в частности профессионально-прикладной физической подготовки. В современных условиях ФПС ГПС применяет всё более серьёзные требования к сотрудникам по выполнению про-

фессиональных задач и акцентирует внимание на совершенствовании содержания подготовки будущих специалистов в области пожарной безопасности [1, 2, 3, 4, 6].

Анализ литературных источников показал, что пожарные и спасатели при выполнении аварийно-спасательных работ по ликвидации чрезвычайной ситуации испытывают значительные физические и психологические нагрузки. Им приходится очень быстро и оперативно принимать правильные решения в сложных, нестандартных ситуациях, точно и грамотно выполнять работы, связанные с разворачиванием сил и средств при ликвидации чрезвычайных ситуаций [9, 15, 18]. В различных экстремальных условиях (высокая температура, ограниченная видимость, работа на высоте в завалах, преодоление препятствий и т.д.) от личного состава ФПС ГПС требуется не только высокий уровень психологической подготовленности, но и профессиональное владение умениями и навыками, основанными на высокой физической подготовленности [5, 7, 8, 17].

В настоящее время учеными и практиками (С.С. Аганов, 2008; О.Ю. Демченко, 2009; А.В. Шленков, 2009) ведется поиск научно-обоснованных, эффективных средств и методов подготовки личного состава ФПС ГПС к выполнению своей профессиональной деятельности. Основным направлением научного поиска является совершенствование психофизической подготовки обучающихся в процессе обучения в образовательных организациях высшего образования МЧС России [11, 13, 18]. Этот процесс направлен на оптимизацию методов обучения и возможности использования различных прикладных тренировочных систем, входящих в структуру профессионально-прикладной физической подготовки [12, 16].

Однако, как показывает анализ проведенных исследований, недостаточно изученными остаются вопросы, связанные с разработкой прикладных упражнений и методик их использования при проведении учебных занятий. Прежде всего, это касается содержательного компонента в части прикладных упражнений и их структуры, обеспечивающих как повышение уровня физической подготовленности, так и формирование профессиональных двигательных действий, необходимых для решения профессиональных задач [14, 18]. В связи с этим научное обоснование использования прикладных средств и методов обучения с обучающимися образовательных организаций высшего образования МЧС России на основе моделирования условий профессиональной деятельности является на сегодняшний момент актуальным направлением исследования.

**Цель исследования** – разработать и экспериментально обосновать методику занятий на этапе профессионально-прикладной физической подготовки обучающихся на основе моделирования условий профессиональной деятельности по дисциплине «Пожарно-спасательная подготовка».

Для достижения поставленной цели в ходе исследования решались следующие **задачи**:

1. Разработать методику занятий по профессионально-прикладной физической подготовке на основе использования комплекса специализированных упражнений.

2. Экспериментально обосновать эффективность методики занятий по профессионально-прикладной физической подготовке с обучающимися Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

### **Методика проведения исследования.**

*Для апробации утверждений об эффективности использования специализированного комплекса упражнений в учебно-тренировочном процессе на этапе обучения упражнению «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни», с октября 2017 года по ноябрь 2017 года на базе ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России было проведено исследование. В исследовании приняли участие две группы испытуемых второго года обучения (контрольная группа и экспериментальная группа). На протяжении всего образовательного маршрута с октября по ноябрь 2017 года в учебную дисциплину «Пожарно-спасательная подготовка» в экспериментальной группе был внедрён специализированный комплекс прикладных упражнений. В качестве результатов эффективности применения данного комплекса мы использовали контрольный норматив «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» (№ 5.7) [10]. Математическая обработка данных осуществлялась с применением формулы  $t$ -критерия Стьюдента.*

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Курсанты двух учебных групп (контрольной и экспериментальной) на протяжении 22 часов обучались упражнению «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни». На девятом занятии курсанты сдавали норматив «Подъем по подвешенной штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни». На одиннадцатом занятии курсанты сдавали норматив «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» со старта. Контрольная группа занималась по обычной программе, без использования специализированного комплекса

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

упражнений, а экспериментальная группа с использованием специализированного комплекса упражнений. Обучение проходит согласно изучаемой теме «Обучение работе с ручными пожарными лестницами, автолестницами и коленчатыми подъемниками» (табл. 1).

*Таблица 1. Примерный тематический план по работе с ручными пожарными лестницами*

Форма занятий	Номера учебных занятий										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Распределение часов										
Практические занятия	2	2	2	2	2	2	2	2	2/Контр. норматив	2	2/Контр. норматив
Итого:	22 часа										

На каждое занятие был разработан специализированный комплекс упражнений. Данный комплекс представлен в табл. 2.

*Таблица 2. Перечень специализированных прикладных упражнений для штурмовой лестницы*

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
<b>Первое занятие</b>				
Выпады со штурмовой лестницей на плечах	Выпады выполняется одним бойцом с продвижением вперёд	4x10 раз	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра / силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Челночный бег (4x10)	Выполняется 2-мя бойцами (4x10)	4 серии	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра, бицепс бедра, икроножные мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа	Выполняются из положения упор лёжа, при выполнении упражнения руки максимально сгибаются и разгибаются в локтевых суставах	4x20 раз	Упражнения для мышц груди, трёхглавой мышцы плеча / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
<b>Второе занятие</b>				
Подъём штурмовой лестницы на прямых руках вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы поднимают на прямых руках лестницу вверх и затем её опускают	4x10 раз	Упражнения для дельтовидных мышц, мышцы предплечья / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
Планка на предплечьях	Выполняется одним бойцом или группой, принимается положение упор лёжа на предплечьях	2 серии по 45 сек.	Упражнения для прямой, косой мышц живота, ягодичные мышцы / силовая выносливость	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы
Приседание с подъёмом штурмовой лестницы вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы выполняют присед	3x20 раз	Упражнение для четырёхглавой мышцы и бицепса бедра, дельтовидной мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
	с одновременным подъёмом лестницы вверх, затем встают, лестница удерживается на прямых руках вверху и затем её опускают на плечи.			
<b>Третье занятие</b>				
Выпрыгивание вверх из положения присед с штурмовой лестницей на плечах	Выпрыгивания выполняется одним бойцом или группой на месте	4x15 раз	Упражнение для четырехглавой мышцы бедра / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Выпады со штурмовой лестницей на плечах	Выпады выполняется одним бойцом с продвижением вперёд	4x10 раз	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра / силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа	Выполняются из положения упор лёжа, при выполнении упражнения руки максимально сгибаются и разгибаются в локтевых суставах	4x20 раз	Упражнения для мышц груди, трёхглавой мышцы плеча / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
Планка на предплечьях	Выполняется одним бойцом или группой, принимается положение упор лежа на предплечьях	2 серии по 45 сек.	Упражнения для прямой, косой мышц живота, ягодичные мышцы / силовая выносливость	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы
<b>Четвёртое занятие</b>				
Челночный бег (4x10)	Выполняется 2-мя бойцами (4x10)	4 серии	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра, бицепс бедра, икроножные мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Полуприсед, штурмовая лестница на плечах (статика)	Выполняется одним бойцом или группой на месте	2 серии по 30 сек.	Упражнение для четырехглавой мышцы бедра / силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Подъём штурмовой лестницы на прямых руках вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы поднимают на прямых руках лестницу вверх и затем её опускают	4x10 раз	Упражнения для дельтовидных мышц, мышцы предплечья / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
Выпрыгивание вверх из положения присед с штурмовой	Выпрыгивания выполняется одним бойцом или группой на месте	4x15 раз	Упражнение для четырехглавой мышцы бедра / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
лестницей на плечах				
<b>Пятое занятие</b>				
Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа	Выполняются из положения упор лёжа, при выполнении упражнения руки максимально сгибаются и разгибаются в локтевых суставах	4x20 раз	Упражнения для мышц груди, трёхглавой мышцы плеча / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
Приседание с подъёмом штурмовой лестницы вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы выполняют присед с одновременным подъёмом лестницы вверх, затем встают, лестница удерживается на прямых руках вверху и затем её опускают на плечи.	3x20 раз	Упражнение для четырёхглавой мышцы и бицепса бедра, дельтовидной мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы
Планка на предплечьях	Выполняется одним бойцом или группой, принимается положение упор	2 серии по 45 сек.	Упражнения для прямой, косой мышц живота, ягодичные мышцы / силовая выносливость	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
	лежа на предплечьях			Выброс штурмовой лестницы
Подъем штурмовой лестницы на прямых руках вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы поднимают на прямых руках лестницу вверх и затем её опускают	4x10 раз	Упражнения для дельтовидных мышц, мышцы предплечья / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
<b>Шестое занятие</b>				
Выпады со штурмовой лестницей на плечах	Выпады выполняется одним бойцом с продвижением вперёд	4x10 раз	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра / силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Полуприсед, штурмовая лестница на плечах (статика)	Выполняется одним бойцом или группой на месте	2 серии по 30 сек.	Упражнение для четырехглавой мышцы бедра / силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Выпрыгивание вверх из положения присед с штурмовой лестницей на плечах	Выпрыгивания выполняется одним бойцом или группой на месте	4x15 раз	Упражнение для четырехглавой мышцы бедра / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
<b>Седьмое занятие</b>				
Сгибание и разгибание рук в упоре	Выполняются из положения упор лёжа, при вы-	4x20 раз	Упражнения для мышц груди, трёхглавой мышцы плеча /	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штур-

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
лёжа	полнении упражнения руки максимально сгибаются и разгибаются в локтевых суставах		силовые качества	мовой лестнице
Челночный бег (4x10)	Выполняется 2-мя бойцами (4x10)	4 серии	Упражнения для четырехглавой мышцы бедра, бицепс бедра, икроножные мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей
Приседание с подъёмом штурмовой лестницы вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы выполняют присед с одновременным подъёмом лестницы вверх, затем встают, лестница удерживается на прямых руках вверху и затем её опускают на плечи.	3x20 раз	Упражнение для четырехглавой мышцы и бицепса бедра, дельтовидной мышцы / скоростно-силовые качества	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы
<b>Восьмое занятие</b>				
Приседание с подъёмом штурмовой лестницы	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается	3x20 раз	Упражнение для четырехглавой мышцы и бицепса бед-	Подъём по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
вверх	живается в руках. Бойцы выполняют присед с одновременным подъёмом лестницы вверх, затем встают, лестница удерживается на прямых руках вверху и затем её опускают на плечи.		ра, дельтовидной мышцы / скоростно-силовые качества	Выброс штурмовой лестницы
Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа	Выполняются из положения упор лёжа, при выполнении упражнения руки максимально сгибаются и разгибаются в локтевых суставах	4x20 раз	Упражнения для мышц груди, трёхглавой мышцы плеча / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице
Подъём штурмовой лестницы на прямых руках вверх	Выполняется 2-мя бойцами из положения стоя, лестница удерживается в руках. Бойцы поднимают на прямых руках лестницу вверх и затем её опускают	4x10 раз	Упражнения для дельтовидных мышц, мышцы предплечья / силовые качества	Выброс штурмовой лестницы Подъём по штурмовой лестнице

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

Название упражнения	Описание упражнения	Кол-во раз	Задействованные группы мышц / физические качества	Область применения
Планка на предплечьях	Выполняется одним бойцом или группой, принимается положение упор лежа на предплечьях	2 серии по 45 сек.	Упражнения для прямой, косой мышц живота, ягодичные мышцы / силовая выносливость	Подъем по штурмовой лестнице Преодоление 30 м полосы с лестницей Выброс штурмовой лестницы

Комплекс упражнений разработан с постепенным усложнением упражнений и увеличением нагрузки. Это необходимо учитывать при работе с личным составом. С целью грамотного использования специализированного комплекса упражнений в учебно-тренировочном занятии необходимо определить основные его составляющие, которые включают в себя три части: подготовительную, основную, заключительную.

Подготовительная часть включает специальную разминку. Продолжительность подготовительной части не более 4 минут. Задача специальной разминки заключается в активизации мышц опорно-двигательного аппарата и функций основных систем организма. Специальная разминка готовит организм к конкретным видам нагрузок и конкретным видам задач. Особенности подготовительной части зависят от подготовленности занимающихся и характера решаемых задач.

Основная часть комплекса прикладных упражнений обеспечивает решение задач специальной подготовленности посредством обучения технике и тактики, воспитания волевых и развития физических качеств. Продолжительность основной части комплекса не более 10 минут.

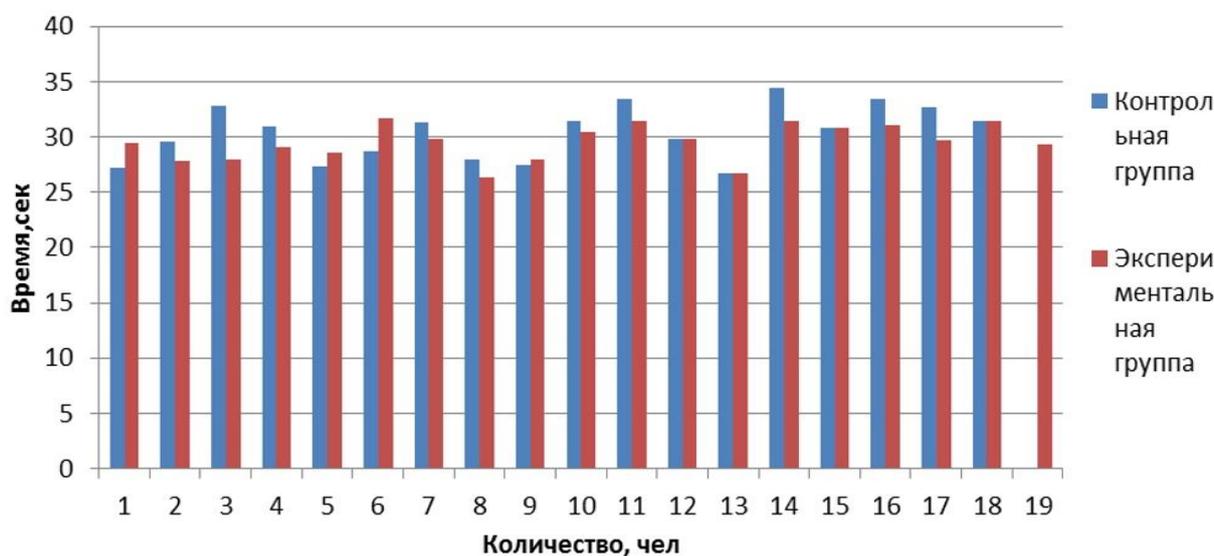
Заключительная часть комплекса прикладных упражнений (в спорте ее чаще всего называют «заминка») предназначена для постепенного снижения нагрузки и восстановления организма. Продолжительность заключительной части не более 2 минут. В содержание заключительной части входят упражнения невысокой интенсивности (малоинтенсивный бег, ходьба, а также дыхательные, маховые, растягивающие и релаксационные упражнения). Необходимо также отметить, что все части специализированного комплекса выполняются в боевой

одежде пожарного.

При включении в норматив (№ 5.7) специализированного комплекса упражнений учитывается то, что данный комплекс, указанный в табл. 2, разработан по нарастающей системе, т.е. от наиболее легких упражнений к более сложным. Это сделано для того, чтобы исключить травматизм среди личного состава и дать мышцам привыкнуть к различным видам нагрузок.

Согласно тематическому плану на обучение упражнению «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» выделяются 11 занятий. У обучающихся было одинаковое количество занятий по дисциплине «Пожарно-спасательная подготовка», при этом все испытуемые обучались данному упражнению впервые.

Как указывалось, на одиннадцатом занятии курсанты контрольной и экспериментальной групп сдавали норматив «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» со старта. Результаты норматива приведены на рисунке.



**Рисунок.** Зависимость временных показателей контрольной и экспериментальной групп в ходе выполнения норматива «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» со старта

Результаты исследования были обработаны с помощью t-критерия Стьюдента. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты упражнения «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни»

Значение	Начальный этап исследования		Заключительный этап исследования	
	контрольная группа	экспериментальная группа	контрольная группа	экспериментальная группа
ср знач X	33,71	33,69	31,42	29,71
ст откл b	2,01	1,73	2,06	1,73
ст ош m	0,42	0,36	0,43	0,36
t-критерий	0,029		3,057	
X <sub>±</sub> b	33,71 <sub>±</sub> 2,01	33,69 <sub>±</sub> 1,73	31,42 <sub>±</sub> 2,06	29,71 <sub>±</sub> 1,73

Анализ результатов показал, что на первоначальном этапе исследования, как в контрольной, так и в экспериментальной группе достоверных различий не наблюдается (при  $P < 0,05$ ). Среднестатистический результат в контрольной группе составил – 33,71<sub>±</sub>2,01, в экспериментальной группе – 33,69<sub>±</sub>1,73.

На заключительном этапе исследования выявились достоверные различия (при  $P > 0,05$ ). Показатели выполнения норматива (№ 5.7) составили в контрольной группе 31,42<sub>±</sub>2,06, а в экспериментальной группе – 29,71<sub>±</sub>1,73.

В результате можем с полной уверенностью говорить о том, что разработанный нами специализированный комплекс прикладных упражнений продемонстрировал свою эффективность, и тем самым результаты экспериментальной группы при выполнении норматива «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» стали выше.

#### Выводы.

1. Определено, что эффективная подготовка курсантов на этапе обучения работы с ручными пожарными лестницами достигается при обеспечении специально созданных условий в процессе учебных занятий. Одними из таких условий являются инновационные механизмы, включающие в себя различные комплексы упражнений.

2. В ходе исследования были получены следующие результаты:

– показатель улучшения результата в контрольной группе при сдаче норматива «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» составил – 2,29 сек.;

– показатель улучшения результата в экспериментальной группе при сдаче норматива «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» составил – 3,98 сек.

Данные значения свидетельствуют о том, что при выполнении упражнения «Подъем по штурмовой лестнице в 4-й этаж учебной башни» при сравнении экспериментальной и контрольной групп выявились достоверные различия. Эти различия характеризуются временным интервалом в 1,69 сек. между этими группами, что говорит о положительной динамике. Это свидетельствует об эффективности использования предлагаемого нами специализированного комплекса в учебно-тренировочном процессе по изучаемой теме «Обучение работе с ручными пожарными лестницами, автолестницами и коленчатыми подъемниками».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 № 69-ФЗ.
2. Об утверждении Наставления по физической подготовке личного состава федеральной противопожарной службы: приказ МЧС РФ от 30 марта 2011. № 153.
3. *Аганов С.С.* Концепция и технология развития физической культуры обучающихся в вузе ГПС МЧС России: дис... д-ра пед. наук. Санкт-Петербург, 2008. 387 с.
4. *Гавриленко Е.С.* Дифференцированная методика физической подготовки спасателей МЧС в условиях Дальневосточного региона России: автореф. дис... канд. пед. наук. Хабаровск, ФГОУ ВПО «Дальневосточная государственная академия физической культуры», 2007. 23 с.
5. *Горелов А.А., Лотоненко А.А.* Неблагоприятные факторы полета на современном самолете и методы повышения устойчивости организма летчика к их воздействию // Культура физическая и здоровье. 2009. № 1 (20). С. 3–7.
6. *Демченко О.Ю.* Динамика профессионального самосознания курсантов государственной противопожарной службы МЧС России: автореф. дис... канд. пед. наук. Екатеринбург, ГОУ ВПО «УГПУ», 2009. 23 с.
7. *Динаев Б.М.* Совершенствование профессионально-прикладной физической подготовки курсантов в вузах пожарно-технического профиля: дис... канд. пед. наук. Шуя, 2009. 159 с.
8. *Козлятников О.А.* Профессионально-прикладная физическая подготовка курсантов специальных средних учебных заведений МВД России на основе модели-

рования условий и ситуаций задержания правонарушителей: автореф. дис... канд. пед. наук. Волгоград, 2006. 125 с.

9. Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / М.Ю. Легошин [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11-4 (65). С. 44–51.

10. *Плат П.В.* Нормативы по пожарно-строевой и тактико-специальной подготовке для личного состава федеральной противопожарной службы. М., 2011. 43 с.

11. *Шарабанова И.Ю., Шипилов Р.М., Харламов А.В.* Применение новых методов подготовки и обучения спасателей, работающих в чрезвычайных ситуациях // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 90. URL: <http://www.science-education.ru/118-14213>

12. *Шипилов Р.М., Кулагин А.В., Шипилова О.В.* Нестандартные тренировочные устройства в развитии силы и силовой выносливости в учебно-тренировочном процессе курсантов Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России // Научный поиск. 2015. № 1. С. 71–76.

13. 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 др.] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1541.

14. 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 др.] // Современные проблемы науки и образования. Научный журнал. 2015. № 1. URL: [www.science-education.ru/121-17916](http://www.science-education.ru/121-17916).

15. Формирование адаптационной мобильности обучающихся образовательных учреждений МЧС России / *Р.М. Шипилов* [и др.] // Научные исследования: от теории к практике. Изд-во: Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». 2016. № 1 (7). С. 96–98.

16. Формирование адаптационной мобильности спасателей к проведению эвакуации (спасению) пострадавших с применением новых методов обучения / *Р.М. Шипилов* [и др.] // В мире научных открытий. 2015. № 3.2 (63). С. 1156–1174.

17. *Шленков А.В.* Психологическое обеспечение профессиональной подготовки сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России: автореф. дис... д-ра психол. наук. Санкт-Петербург, 2009. 46 с.

18. *Шленков А.В.* Роль вузов в подготовке высококвалифицированных кадров «силовых ведомств» (на примере вуза ГПС МЧС России) // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД. 2009. № 1 (41). С. 45–56.

## **Shipilov Roman Mikhailovich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

## **Legoshin Mikhail Yurievich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

## **Ishuhina Elena Vitalevna**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

## **Kulagin Anatoly Vasilyevich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

## **Marinich Evgeny Evgenyevich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [rim-sgpu@rambler.ru](mailto:rim-sgpu@rambler.ru)

### **Development of a complex of exercises for the development of power endurance in modified combat clothing of a firefighter**

**Abstract.** This article discusses the optimization of teaching methods and the possibility of using various applied training systems that are part of the structure of professionally applied physical training, in terms of applied exercises and their structure that ensure both an increase in the level of physical readiness and the formation of professional motor actions necessary to solve professional tasks. As a basic means of physical preparedness of students, the methods of training at the stage of profes-

sionally-applied physical training are presented on the basis of modeling the conditions of professional activity in the discipline «Fire and Rescue Training» within the framework of the topic «Learning to work with manual fire ladders, ladders and articulated lifts».

The Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Measures of Russia acted as an educational and training base. The article contains in detail the list of specialized applied exercises as an additional means of training students for training the exercise «Raising the assault ladder to the fourth floor of the training tower» and the subsequent positive passing of the control standard for this exercise. The method of implementation of this complex is presented. Also, the effectiveness of the presented methodology of occupations on professionally-applied physical training in the training process on the topic «Learning to work with manual fire ladders, ladders and articulated lifts» was experimentally proved.

**Keywords:** professionally-applied physical training, physical exercises, power endurance, manual fire ladders, assault ladder, exercise complex, physical preparedness.

## REFERENCES

1. O požarnoj bezopasnosti: Federal'nyj zakon ot 21 dekabnja 1994 № 69-FZ.
2. Ob utverzhdenii Nastavlenija po fizicheskoj podgotovke lichnogo sostava federal'noj protivopozharnoj sluzhby: prikaz MChS RF ot 30 marta 2011. № 153.
3. *Aganov S.S.* Konceptija i tehnologija razvitija fizicheskoj kul'tury obuchajushhihsja v vuze GPS MChS Rossii: dis... d-ra ped. nauk. Sankt-Peterburg, 2008. 387 s.
4. *Gavrilenko E.S.* Differencirovannaja metodika fizicheskoj podgotovki spasatelej MChS v uslovijah Dal'nevostochnogo regiona Rossii: avtoref. dis... kand. ped. nauk. Habarovsk, FGOU VPO «Dal'nevostochnaja gosudarstvennaja akademija fi-zicheskoj kul'tury», 2007. 23 s.
5. *Gorelov A.A., Lotonenko A.A.* Neblagoprijatnye faktory poleta na sovremennom samolete i metody povyshenija ustojchivosti organizma letchika k ih vozdej-stviju // Kul'tura fizicheskaja i zdorov'e. 2009. № 1 (20). S. 3–7.
6. *Demchenko O.Ju.* Dinamika professional'nogo samosoznaniya kursantov gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii: avtoref. dis... kand. ped. nauk. Ekaterinburg, GOU VPO «UGPU», 2009. 23 s.

7. *Dinaev B.M.* Sovershenstvovanie professional'no-prikladnoj fizicheskoj podgotovki kursantov v vuzah pozharno-tehnicheskogo profilja: dis... kand. ped. nauk. Shuja, 2009. 159 s.

8. *Kozljatnikov O.A.* Professional'no-prikladnaja fizicheskaja podgotovka kursantov special'nyh srednih uchebnyh zavedenij MVD Rossii na osnove modeli-rovaniya uslovij i situacij zaderzhaniya pravonarushitelej: avtoref. dis... kand. ped. nauk. Volgograd, 2006. 125 s.

9. Prakticheskoe ispol'zovanie uchebno-trenirovochnyh kompleksov dlja podgotovki pozharnyh i spasatelej / *M.Ju. Legoshin* [i dr.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2017. № 11-4 (65). S. 44–51.

10. *Plat P.V.* Normativy po pozharno-stroevoj i taktiko-special'noj podgotovke dlja lichnogo sostava federal'noj protivopozharnoj sluzhby. M., 2011. 43 s.

11. *Sharabanova I.Ju., Shipilov R.M., Harlamov A.V.* Primenenie novyh meto-dov podgotovki i obuchenija spasatelej, rabotajushhih v chrezvychajnyh situacijah // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. № 4. S. 90. URL: <http://www.science-education.ru/118-14213>

12. *Shipilov R.M., Kulagin A.V., Shipilova O.V.* Nestandartnye trenirovochnye ustrojstva v razvitii sily i silovoj vynoslivosti v uchebno-trenirovochnom pro-cesse kursantov Ivanovskoj pozharno-spatatel'noj akademii GPS MChS Rossii // Nauchnyj poisk. 2015. № 1. S. 71–76.

13. Osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii v aspekte vospitaniya silo-voj vynoslivosti i skorostno-silovyh kachestv v professional'no-prikladnoj podgotovke budushhih specialistov pozharno-tehnicheskogo profilja / *R.M. Shipilov* [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. № 1-1. S. 1541.

14. Osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii v aspekte vospitaniya silo-voj vynoslivosti i skorostno-silovyh kachestv v professional'no-prikladnoj podgotovke budushhih specialistov pozharno-tehnicheskogo profilja / *R.M. Shipilov* [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. Nauchnyj zhurnal. 2015. № 1. URL: [www.science-education.ru/121-17916](http://www.science-education.ru/121-17916).

15. Formirovanie adaptacionnoj mobil'nosti obuchajushhihsja obrazovatel'nyh uchrezhdenij MChS Rossii / *R.M. Shipilov* [i dr.] // Nauchnye issledovanija: ot teorii k praktike. Izd-vo: Centr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv pljus». 2016. № 1 (7). S. 96–98.

16. Formirovanie adaptacionnoj mobil'nosti spasatelej k provedeniju jeva-kuacii (spaseniju) postradavshih s primeneniem novyh metodov obuchenija / *R.M. Shipilov* [i dr.] // V mire nauchnyh otkrytij. 2015. № 3.2 (63). S. 1156–1174.

17. *Shlenkov A.V.* Psihologicheskoe obespechenie professional'noj podgotovki sotrudnikov gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii: avtoref. dis... d-ra

psihol. nauk. Sankt-Peterburg, 2009. 46 s.

18. *Shlenkov A.V.* Rol' vuzov v podgotovke vysokokvalificirovannykh kadrov «silovykh vedomstv» (na primere vuza GPS MChS Rossii) // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD. 2009. № 1 (41). S. 45–56.

*Рецензент: профессор, доктор педагогических наук, профессор М. А. Правдов (Шуйский филиал ФГБОУ ВО «Ивановского государственного университета»)*

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

УДК 537.525

**Ефремов Алексей Михайлович**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Россия, Иваново

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Профессор

Доктор химических наук

Профессор

[http://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=3280](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=3280)

E-mail: [amefrermov@yandex.ru](mailto:amefrermov@yandex.ru)

**Беляев Сергей Валерьевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Заведующий кафедрой

Кандидат химических наук

E-mail: [Sergej\\_Belyaev@mail.ru](mailto:Sergej_Belyaev@mail.ru)

**Снегирев Дмитрий Геннадьевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат технических наук

Доцент

E-mail: [Sergej\\_Belyaev@mail.ru](mailto:Sergej_Belyaev@mail.ru)

**Плазмохимические процессы в технике и технологии**

**Аннотация.** Проведен обзор основных направлений и перспектив использования плазмохимических процессов в различных областях техники и технологии. Дана классификация и описание эффектов, достигаемых при применении низкотемпературной плазмы для газофазного синтеза химических соединений, нанесения покрытий, травления и модификации поверхностей твердых органических и неорганических материалов. Рассмотрены механизмы физико-химических процессов образования активных частиц плазмы и их взаимо-

действия с обрабатываемым материалом. Раскрыты взаимосвязи между внешними (задаваемыми) и внутренними параметрами и стационарным составом плазмы. Определены основные принципы управления плазмохимическими процессами.

**Ключевые слова:** плазма, активные частицы, плазмохимические реакции, ионизация, диссоциация, нанесение, травление, модификация.

## 1. ПОНЯТИЕ И СВОЙСТВА ПЛАЗМЫ

Плазмой называют частично ионизованный газ, содержащий кроме нейтральных частиц (молекул, атомов, радикалов в основном и возбужденном состоянии), заряженные частицы обоих знаков (положительные и отрицательные ионы, электроны) и отвечающий условию квазинейтральности [1–3]. Последнее означает равенство суммарного положительного и отрицательного зарядов, которое выполняется в целом по объему плазмы и за достаточно большие промежутки времени.

В зависимости от механизма ионизации частиц газа различают высокотемпературную (изотермическую) и низкотемпературную (неизотермическую) плазму [3, 4]. Примером изотермической плазмы является газ в отсутствие внешних электромагнитных полей, нагретый до температуры, достаточной для термической ионизации атомов и молекул. Принципиальным свойством такой системы является то, что все частицы – и нейтральные, и заряженные – получают энергию от одного и того же источника. Поэтому процессы обмена энергией при столкновениях частиц являются равновесными, а средние энергии (температуры) всех частиц – одинаковы. В неизотермической плазме газ находится при значительно более низких температурах (иногда – близких к комнатной), при этом ионизация нейтральных частиц обеспечивается их столкновениями с электронами, ускоренными электрическим полем (так называемая ионизация электронным ударом) [1, 2, 5, 6]. Таким образом, внешнее электрическое поле является необходимым фактором для создания и поддержания низкотемпературной плазмы. Особенностью такой системы является то, что различные частицы получают энергию из разных источников: заряженные – от электрического поля, нейтральные – только тепловую. Кроме этого, процессы обмена энергией при столкновениях частиц в низкотемпературной плазме являются неравновесными: малая масса электронов способствует эффективному отбору

энергии от внешнего поля, но затрудняет перераспределение этой энергии ее при столкновениях с «тяжелыми» частицами – атомами, молекулами и ионами. Поэтому средняя энергия (температура) электронов существенно превышают аналогичные значения для других типов частиц [1–3, 6].

Типичным представителем низкотемпературной плазмы является неравновесная низкотемпературная газоразрядная плазма (ННГП), представляющая собой электрический разряд в газе при давлениях  $10^{-1}$ – $10^3$  Па со степенью ионизации ( $\alpha = n_i/N$ , где  $n_i$  – концентрация ионов,  $N$  – общая концентрация частиц) в диапазоне  $10^{-5}$ – $10^{-1}$  (рис. 1).

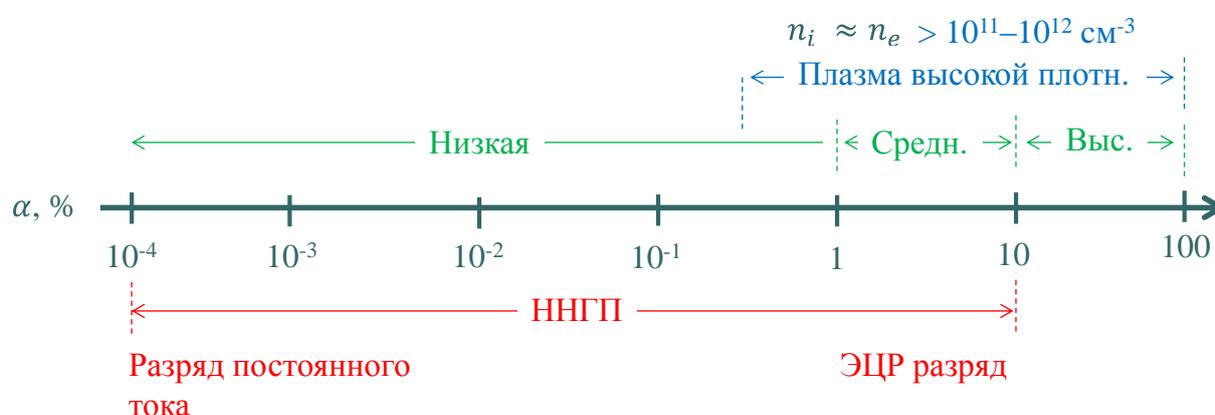


Рис. 1. Классификация плазменных систем по степени ионизации газа

Средняя энергия электронов варьируется в диапазоне 1–10 эВ, а средняя энергия тяжелых частиц (атомов, молекул и ионов) ниже среднем на два порядка величины. Широкий диапазон степеней ионизации ( $\alpha$ , следовательно, и концентраций заряженных частиц), реализуемый в условиях ННГП, обеспечивается различными способами возбуждения плазмы. Так, минимальные значения степеней ионизации наблюдаются в тлеющем разряде постоянного тока в диапазоне давлений 10–1000 Па, где уровень вкладываемой электрической мощности ограничивается распылением катода [4, 7, 8]. Характерные значения концентраций электронов и ионов в такой системе составляют  $10^8$ – $10^9$   $\text{см}^{-3}$ . Максимальные значения степени ионизации характерны для плазмы электронноциклотронного резонанса (ЭЦР), возбуждаемой при давлениях газа порядка 0.1 Па за счет совместного действия сверхвысокочастотного (2.45 ГГц) электрического и постоянного магнитного полей. Достигаемые при этом концентрации

электронов и ионов  $\sim 10^{12} \text{ см}^{-3}$  соответствуют области так называемой «плазмы высокой плотности» [3, 4, 8]. Такая система характеризуется максимальной эффективностью плазмохимических процессов с участием заряженных частиц.

## 2. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Термины «плазмохимия», «плазмохимические процессы» и «плазмохимические реакции» появились в отечественной литературе в середине 60-х годов прошлого столетия после опубликования монографии Л.С. Полака «Кинетика и термодинамика реакций в низкотемпературной плазме» [5]. Объектами исследования плазмохимии являются химические процессы, протекающие в плазме или на границе раздела плазма-твердое тело или плазма-жидкость, в которых физические и химические явления не могут рассматриваться независимо друг от друга [5, 9]. Неравновесность ННГП и сопутствующие этому специфические свойства данной системы обуславливают множество ее практических применений в химических процессах. Первичная классификация плазмохимических процессов с использованием ННГП основывается на фазовом состоянии реагирующих веществ. По этому признаку различают гомогенные и гетерогенные плазмохимические процессы [9, 10].

### 2.1. Гомогенные процессы

Гомогенные плазмохимические процессы – это процессы, протекающие исключительно в газовой фазе, при этом исходные реагенты и все продукты плазмохимических реакций имеют одинаковое фазовое состояние. Основное преимущество гомогенного плазмохимического процесса перед его классическим аналогом заключается нетермической (т.е. неравновесной – под действием процессов электронного удара) активации химических реакций [5, 8, 11]. Последнее означает, что константы скоростей диссоциации молекул исходных реагентов, которые инициируют всю цепочку химических превращений, зависят не от температуры реакционной смеси, а от средней энергии электронов, определяемой величиной напряженности внешнего электрического поля. Достижимые при этом высокие степени диссоциации реагентов в зоне плазмы и многоканальность химических процессов с участием продуктов диссоциации позволяют достигать высоких выходов целевых продуктов при относительно малых энергозатратах [4, 6, 9, 10].

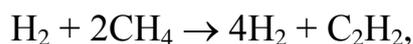
На рис. 2 представлена принципиальная схема простейшего (монореагентного) гомогенного плазмохимического процесса.



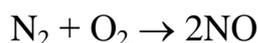
**Рис. 2.** Принципиальная схема простейшего (монореагентного) гомогенного плазмохимического процесса

Плазмохимический реактор состоит из трех ярко выраженных зон. Исходный газ или смесь газов подается в зону 1, где создается плазмообразующая смесь с равномерным распределением компонентов по объему. В зоне 2 формируется плазма, происходит диссоциация исходных молекул под действием электронного удара и протекают плазмохимические реакции с участием продуктов диссоциации. Газовая фаза здесь представляет собой многокомпонентную систему, в которой наряду со стабильными молекулами присутствуют нестабильные частицы – атомы и радикалы. В зоне 3 плазма отсутствует, поэтому здесь происходит только рекомбинация атомов и радикалов до стабильных молекулярных продуктов. Обычно в зоне 3 газ резко охлаждают, чтобы минимизировать химическое взаимодействие между целевыми и побочными продуктами. Такой процесс называется «закалкой» продуктов [10].

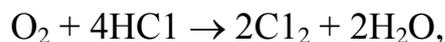
Гомогенные плазмохимические процессы нашли широкое применение в химической промышленности. В частности, плазмохимическая конверсия метана в этан и ацетилен [9, 10], протекающая по брутто-схеме



является эффективным источником прекурсоров для технологии синтетических волокон, полимеров и пластических масс [12]. Плазмохимический синтез оксида азота



позволяет получать исходное сырье для производства азотной кислоты, широко используемой в металлургии, технологии синтетических волокон и минеральных удобрений. Плазмохимический синтез хлора



выступающий альтернативой энергоемким электрохимическим методам, обеспечивает процессы получения хлорпроизводных органических соединений [13]. Последние являются как целевыми, так и промежуточными продуктами органических синтезов многих полимерных материалов.

## 2.2. Гетерогенные процессы

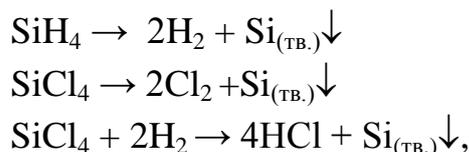
Гетерогенные плазмохимические процессы – это процессы, протекающие на границе раздела плазма-жидкость или плазма-твердое тело. Наибольшее практическое применение в этой группе получили процессы плазменного осаждения тонкопленочных покрытий и структурирования (травления) твердых неорганических материалов [3, 4, 7, 8, 14].

Плазменное осаждение включает плазменное напыление, которое может протекать по прямому и реактивному механизмам, а также стимулированное плазмой осаждение из газовой (паровой) фазы [3, 4]. Основные механизмы процессов плазменного осаждения представлены в табл. 1. Процессы прямого распыления (переноса материала мишени на целевую поверхность) в среде инертных газов в диодных, триодных и магнетронных системах применяются для получения декоративных, упрочняющих или проводящих металлических слоев. Добавление к инертному газу кислорода или азота позволяет при тех же условиях формировать пленки оксидов и нитридов металлов [8].

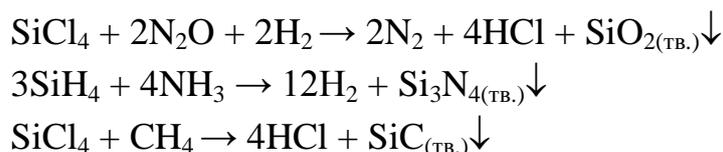
Таблица 1. Механизмы плазменного осаждения

Прямое распыление	Реактивное распыление	Химическое осаждение
$A_{(ТВ.)} + B^+ \rightarrow A + B^+$ $A \rightarrow A_{(ТВ.)} \downarrow$	$A_{(ТВ.)} + B^+ \rightarrow A + B^+$ $A + C \rightarrow AC$ $AC \rightarrow AC_{(ТВ.)} \downarrow$	$AB \rightarrow A + B$ $B \rightarrow B_{(ТВ.)} \downarrow$ или $AB + C \rightarrow AC + B$ $B \rightarrow B_{(ТВ.)} \downarrow$

При использовании в качестве плазмообразующего газа кремнийсодержащих соединений (например,  $SiCl_4$  и  $SiH_4$ ) возможно осаждение поликристаллического кремния:



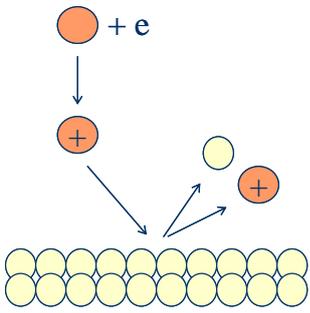
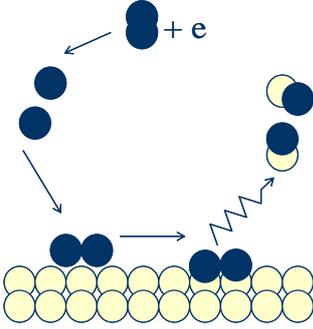
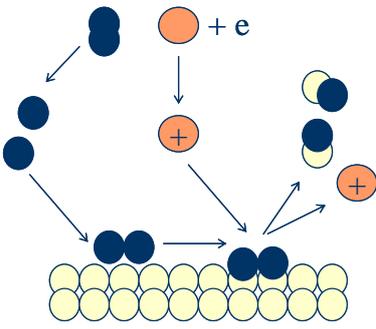
а с добавками кислорода, оксида азота, аммиака и углеводородов (метан, этилен) –  $SiO_2$ ,  $Si_3N_4$  и  $SiC$  [3, 8]:



Все перечисленные материалы нашли широкое применение в производстве изделий электронной техники: интегральных микросхем, оптоэлектронных приборов и солнечных батарей [3, 4, 8]. Кроме этого, плазма в среде углеводородов ( $CH_4$ ,  $C_2H_2$ ) используется для осаждения углеродных наноструктур (графен, углеродные нанотрубки) и обеспечивает процессы плазменной полимеризации, позволяя получать сверхчистые полимеры с уникальными и контролируемыми свойствами [9, 10].

Плазменное травление служит для создания на обрабатываемой поверхности технологического рельефа с характерными размерами элементов до 20 нм [3, 7]. По сравнению с традиционными методами жидкостного (с использованием водных растворов кислот или щелочей) травления плазменный процесс обеспечивает высокую чистоту обрабатываемой поверхности, высокую точность обработки и хорошую управляемость [7, 14]. Основные механизмы процессов плазменного травления представлены в табл. 2.

Таблица 2. Механизмы плазменного травления

Ионно-плазменное	Плазмохимическое	Реактивно-ионное
$A_{(ТВ.)} + B^+ \rightarrow A + B^+$	$A_{(ТВ.)} + C \rightarrow AC_{(ТВ.)}$ $AC_{(ТВ.)} \rightarrow AC$	$A_{(ТВ.)} + C \rightarrow AC_{(ТВ.)}$ $AC_{(ТВ.)} + B^+ \rightarrow AC + B^+$
		

Ионно-плазменное травление имеет чисто физическую природу и основано на распылении атомов обрабатываемой поверхности ионами инертных газов (в основном – аргона), ускоренными до энергий выше пороговой энергии распыления. Величина этой энергии для большинства материалов лежит в диапазоне 30–50 эВ, а наибольшая эффективность распыления наблюдается при энергии ионов 600–1000 эВ. Поэтому ионно-плазменное травление всегда сопровождается существенным нагревом поверхности, а также образованием на ней радиационных дефектов. Плазмохимическое травление, напротив, не имеет физической составляющей. В качестве плазмообразующих газов здесь используются химически активные газы, молекулы которых содержат атомы кислорода, водорода или галогенов. Удаление материала с обрабатываемой поверхности здесь протекает благодаря химическим реакциям поверхностных атомов и

частиц плазмы с образованием летучих продуктов взаимодействия. Процесс характеризуется мягким воздействием на поверхность, однако его применение ограничивается тем, что многие материалы образуют нелетучие продукты травления. Для преодоления этого ограничения используют реактивно-ионное травление, в котором нелетучие продукты гетерогенных плазмохимических реакций удаляются за счет ионно-стимулированной десорбции (по сути – физического распыления). Типичным представителем последнего процесса является травление металлов и полупроводников в плазме галогенсодержащих газов в технологии интегральных микросхем. В качестве плазмообразующих сред здесь наиболее широко используются фтор- ( $\text{SF}_6$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{C}_4\text{F}_8$ ) и хлор- ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ) содержащие соединения [3, 4, 7, 8].

### 3. ПРИНЦИПЫ УРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Задача управления любым химическим процессом, в том числе и плазмохимическим, заключается в 1) возможности целенаправленного регулирования его конечного результата; и 2) нахождении оптимальных технологических режимов, обеспечивающих максимальную эффективность процесса при минимальных энергозатратах [9, 10]. В гомогенных плазмохимических процессах критериями оптимизации обычно являются состав стабильных продуктов на выходе из реактора и степени превращения исходных реагентов. Гетерогенный плазмохимический процесс оптимизируют по совокупность свойств обрабатываемой поверхности, таких как величина осажденного или удаленного слоя, равномерность и чистота поверхности, достижение заданного технологического рельефа [7, 8, 14].

Все специфические химические эффекты, наблюдаемые в плазменных системах, обеспечиваются активными частицами плазмы. Под активными частицами плазмы понимают любые частицы, не характерные для данного газа в нормальных условиях, но образующие и существующие только в условиях плазмы. Образование активных частиц происходит в процессах под действием электронного удара - неупругих столкновениях электронов, ускоренных электрическим полем, с молекулами плазмообразующего газа. Так, химически активные частицы (ХАЧ) (атомы и радикалы в основном и возбужденных состояниях) образуются в процессах диссоциации ( $\text{AB} + e \rightarrow \text{A} + \text{B} + e$ ) и диссоциативного возбуждения ( $\text{AB} + e \rightarrow \text{A} + \text{B}^* + e$ ) нейтральных частиц. ХАЧ имеют

энергию, близкую к тепловой, но легко вступают в химические реакции в силу наличия у них свободных связей. Энергетически активные частицы (ЭАЧ) (электроны, ионы, атомы и молекулы в метастабильных состояниях, кванты собственного УФ излучения) образуются в процессах ионизации ( $AB + e \rightarrow AB^+ + 2e$ ), прилипания ( $AB + e \rightarrow AB^-$ ), возбуждения ( $AB + e \rightarrow AB^* + e$ ) и излучательной дезактивации возбужденных состояний ( $AB^* \rightarrow AB + h\nu$ ). Сами по себе ЭАЧ химически инертны, но несут не себе избыточную энергию  $\gg kT$ . Это позволяет им оказывать активирующее действие на объемные и гетерогенные плазмохимические процессы. Таким образом, задача управления плазмохимическим процессом сводится, по сути, к целенаправленному регулированию концентрации и энергии активных частиц.

Регулирование концентрации и энергии активных частиц в условиях ННГП достигается за счет варьирования внешних параметров плазмы. К внешним (задаваемым) параметрам ННГП относят такие параметры, которые могут независимо устанавливаться и регулироваться в ходе проведения эксперимента или технологического процесса. Это тип плазмообразующего газа, его давление ( $p$ ) и скорость потока ( $q$ ), удельная электрическая мощность, вкладываемая в плазму ( $W$ ), а также геометрия плазмохимического реактора и его конструкционные материалы. Характер влияния внешних параметров на концентрации и энергии активных частиц в данном плазмообразующем газе и в реакторе данной геометрии показан в табл. 3.

**Таблица 3. Характер влияния внешних параметров плазмы на концентрации и энергии активных частиц**

Внешний парам.	Молекулы		Атомы, радикалы		Ионы, электроны	
	$n$	$\langle \epsilon \rangle$	$n$	$\langle \epsilon \rangle$	$n$	$\langle \epsilon \rangle$
$p \uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$
$q \uparrow$	$\uparrow$	$\approx$	$\uparrow\downarrow$	$\approx$	$\approx$	$\approx$
$W \uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$

Примечание:  $n$  – концентрация,  $\langle \epsilon \rangle$  – средняя энергия,  $\downarrow$  – монотонно снижается,  $\uparrow$  – монотонно увеличивается,  $\uparrow\downarrow$  – проходит через максимум,  $\approx$  – остается практически постоянной.

Основная сложность управления плазмохимическими процессами заключается в том, что плазма является сложной самоорганизующейся системой. В частности, средняя энергия электронов, определяющая константы скоростей процессов под действием электронного удара, зависит не только от напряженности внешнего электрического поля, но и от потерь энергии при столкновениях электронов с частицами газа. Фактически это означает, что стационарное состояние плазмы, характеризующееся постоянными во времени концентрациями и энергиями активных частиц, зависит от скоростей всей совокупности химических процессов, протекающих в плазме [6, 8]. Такая ситуация делает невозможным целенаправленное воздействие на концентрацию и/или энергию только одного сорта частиц, поскольку при этом изменятся скорости процессов с участием других частиц и, соответственно, их концентрации и энергии. Поэтому варьирование внешних параметров плазмы позволяет осуществлять лишь совокупное изменение ее внутренних характеристик, направление и диапазон которого может не обеспечивать оптимальных режимов протекания данного процесса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука. 1992. 536 с.
2. Райзер Ю. П. Основы современной физики газоразрядных процессов. М.: Наука, 1980. 416 с.
3. Lieberman M. A., Lichtenberg A. J. Principles of plasma discharges and materials processing. New York: John Wiley & Sons Inc, 1994. 450 p.
4. Rooth J. R. Industrial plasma engineering. Philadelphia: IOP Publishing LTD, 1995. 472 p.
5. Полак Л.С. Кинетика и термодинамика химических реакций в низкотемпературной плазме. М.: Наука, 1965. 254 с.
6. Словецкий Д.И. Механизмы химических реакций в неравновесной плазме. М.: Наука, 1980. 310 с.
7. Данилин Б.С., Куреев В.Ю. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов. М.: Энергоатомиздат, 1987. 264 с.
8. Rossmagel S. M., Cuomo J. J., Westwood W. D. Handbook of plasma processing technology. Park Ridge, New Jersey: Noyes Publications, 1990. 398 p.
9. Теоретическая и прикладная плазмохимия / Л.С. Полак [и др.]. М.: Наука, 1975. 304 с.

10. Низкотемпературная плазма. Т.4. Плазмохимическая технология. Новосибирск: Наука, 1991. 392 с.

11. *Браун С.* Элементарные процессы в плазме газового разряда. М.: Атомиздат, 1961. 324 с.

12. *Лебедев Н.Н.* Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1981. 234 с.

13. Промышленные хлорорганические продукты. М.: Химия, 1978. 356 с.

14. *Ивановский Г.Ф., Петров В.И.* Ионно-плазменная обработка материалов. М.: Радио и Связь, 1986. 232 с.

## **Efremov Alexander Mikhailovich**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology», Russian Federation, Ivanovo  
Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [amefrermov@yandex.ru](mailto:amefrermov@yandex.ru)

## **Belyaev Sergey Valerievich**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [Sergej\\_Belyaev@mail.ru](mailto:Sergej_Belyaev@mail.ru)

## **Snegirev Dmitry Gennadievich**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [Sergej\\_Belyaev@mail.ru](mailto:Sergej_Belyaev@mail.ru)

## **Plasma chemical processes in technics and technology**

**Abstract.** The basic directions and perspectives for the use of plasma chemical processes in various fields of technics and technology were reviewed. Both classification and description of the effect obtained during the applications of low-temperature plasmas for gas-phase chemical synthesis, deposition, etching and modification were done. The mechanisms of physical and chemical processes providing the formation of plasma active species as well as their interactions with the treated materials were explained. The relationships between external (adjustable) plasma parameters, internal plasma parameters and the steady-state plasma composition were shown. The basic principles for the control of plasma chemical processes were formulated.

**Keywords:** plasma, active species, plasma chemical reactions, ionization, dissociation, deposition, etching, modification.

## REFERENCES

1. *Rajzer Ju.P.* Fizika gazovogo razrjada. M.: Nauka. 1992. 536 s.
2. *Rajzer Ju. P.* Osnovy sovremennoj fiziki gazorazrjadnyh processov. M.: Nauka, 1980. 416 s.
3. *Lieberman M. A., Lichtenberg A. J.* Principles of plasma discharges and materials processing. New York: John Wiley & Sons Inc, 1994. 450 p.
4. *Rooth J. R.* Industrial plasma engineering. Philadelphia: IOP Publishing LTD, 1995. 472 p.
5. *Polak L.S.* Kinetika i termodinamika himicheskikh reakcij v nizkotemperaturnoj plazme. M.: Nauka, 1965. 254 s.
6. *Sloveckij D.I.* Mehanizmy himicheskikh reakcij v neravnovesnoj plazme. M: Nauka, 1980. 310 s.
7. *Danilin B.S., Kireev V.Ju.* Primenenie nizkotemperaturnoj plazmy dlja travlenija i ochistki materialov. M.: Jenergoatomizdat, 1987. 264 s.
8. *Rossnagel S. M., Cuomo J. J., Westwood W. D.* Handbook of plasma processing technology. Park Ridge, New Jersey: Noyes Publications, 1990. 398 p.
9. Teoreticheskaja i prikladnaja plazmohimija / *L.S. Polak* [i dr.]. M.: Nauka, 1975. 304 s.
10. Nizkotemperaturnaja plazma. T.4. Plazmohimicheskaja tehnologija. Novosibirsk: Nauka, 1991. 392 s.
11. *Braun S.* Jelementarnye processy v plazme gazovogo razrjada. M.: Atomizdat, 1961. 324 s.
12. *Lebedev N.N.* Himija i tehnologija osnovnogo organicheskogo i neftehimicheskogo sinteza. M.: Himija, 1981. 234 s.
13. Promyshlennye hlororganicheskie produkty. M.: Himija, 1978. 356 s.
14. *Ivanovskij G.F., Petrov V.I.* Ionno-plazmennaja obrabotka materialov. M.: Radio i Svjaz', 1986. 232 s.

*Рецензент: заведующий кафедрой, кандидат химических наук, доцент С. А. Смирнов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»)*

УДК 612.017

**Королева Светлана Валерьевна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Профессор

Доктор медицинских наук

Доцент

РИНЦ - SPIN-код автора 5941-0099

E-mail: [drqueen@mail.ru](mailto:drqueen@mail.ru)

**Баринова Марина Олеговна**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Россия, Иваново

Доцент

Кандидат биологических наук

Доцент

РИНЦ - SPIN-код автора 7351-5364

E-mail: [nayka@list.ru](mailto:nayka@list.ru)

## **Критерии оценки эффективности работы дыхательной системы курсантов академии при тренировках в условиях, имитирующих экстремальные**

**Аннотация.** Медицинское сопровождение тренировок спасателей и пожарных актуализирует разработку объективных критериев эффективности профессиональной подготовки. Значимым моментом при этом является оценка функции внешнего дыхания, как одного из определяющих параметров эффективности работы в непригодной для дыхания среде. Представлены результаты объективной оценки функции внешнего дыхания по данным компьютерной спирографии при тренировках курсантов Ивановской пожарно-спасательной академии в различных тренажерных комплексах моделирования экстремальных условий деятельности. В исследовании приняли участие 79 курсантов, средний возраст  $18,93 \pm 0,18$  лет при прохождении 3 комплексов подготовки – огневой полосы, «Грот-К» (теплодымокамера) и многофункционального учебно-тренажерного комплекса академии. Использован сертифицированный аппаратно-программный комплекс «Спиро-Спектр», компьютерная спирография проведена до, после нагрузки и через 2 суток восстановления. К анализу принима-

лись стандартные результаты спирографии – жизненная емкость легких, форсированная жизненная емкость легких, максимальная вентиляция легких, дыхательный объем, резервный объем вдоха и резервный объем выдоха. На основании данных исследования были выделены спирографические показатели, которые в первую очередь характеризуют изменения в дыхательной системе при воздействии нагрузки на организм и поэтому их можно использовать в качестве критериев эффективности работы дыхательной системы: увеличение жизненной емкости легких; возрастание форсированной жизненной емкости легких; повышение максимальной вентиляции легких; уменьшение дыхательного объема. Таким образом, у курсантов большинство показателей внешнего дыхания под влиянием нагрузки значительно превышают исходные величины до нагрузки, что создает элемент надежности для тренированных людей, обеспечивая им дополнительную вентиляцию, которая может стать необходимой при физической работе в условиях, моделирующих экстремальные условия деятельности. Максимальная эффективность установлена у огневой полосы. Использование многофункционального учебно-тренировочного комплекса целесообразно проводить с планированием нагрузки по субмаксимальным величинам частоты сердечных сокращений.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка, функция внешнего дыхания, компьютерная спирография, теплодымокамера, огневая полоса, курсанты, нагрузка, моделирование экстремальных условий.

Одной из наиболее сложных в решении проблем при подготовке пожарных и спасателей является объективная оценка происходящих в их организме изменений под влиянием профессионально значимых нагрузок. Именно в плоскости совершенствования технологий медицинского сопровождения специалистов экстремального профиля видится новое направление в превентивном повышении эффективности спасательных работ. Эффективная реабилитация «внутри» профессии, объективизация состояния профессиональной адаптации при тренировках, профессиональное долголетие при высоком уровне физической и психофизиологической готовности к работе в экстремальных условиях, – все это возможно решить при разработке технологий, ориентированных на специалистов экстремального профиля. Особенностью данных технологий является необходимость проведения тренировок в условиях моделирования экс-

тремальных факторов профессиональной среды – только при соблюдении этих условий формируется состояние профессиональной адаптации, необходимое для профессионального долголетия и высокой работоспособности на фоне различных по интенсивности физических и психических нагрузок.

Требования к состоянию здоровья основных профессиональных контингентов МЧС России, труд которых относится к категории опасных и характеризуется высоким риском потери здоровья и жизни, а проблема обеспечения надежности профессиональной деятельности является одной из ведущих, – чрезвычайно высоки (приказ МВД России от 14.07.2010 №523, приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 12.04.2011 № 302н). Теоретические и практические проблемы медицинского обеспечения специалистов МЧС России (профилактики, лечения, реабилитации при выявлении профессионально обусловленных заболеваний) активно разрабатываются и решаются ведущими медицинскими учреждениями МЧС России и Министерства обороны РФ. С нашей точки зрения, не менее актуальным направлением в сохранении здоровья специалистов экстремального профиля может стать разработка новых способов тренировки профессионально важных качеств пожарных и спасателей. Для характеристики эффективности систем функционального состояния используют понятия «надежности» и «цены» деятельности [1].

Экстремальные условия труда, связанные с тушением пожаров, ликвидацией последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф, – оказывают существенное влияние на уровень здоровья и профессиональную надёжность сотрудников МЧС России [2]. Как известно, деятельность пожарных сопровождается неблагоприятным воздействием на организм целого комплекса различных физических, химических, психологических, стрессогенных факторов, воздействие которых при недостаточном развитии профессиональной адаптации приводит к снижению эффективности, профессиональному выгоранию и психосоматическим состояниям и заболеваниям. Кроме того, профессия пожарного характеризуется возникновением чрезмерного эмоционального напряжения, которое может приводить к различным формам психофизиологической дезадаптации. Приспособительные реакции организма зависят от личностных функциональных возможностей человека, которые необходимо учитывать при подготовке и профессиональном отборе будущих сотрудников МЧС России [3].

При обучении в ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России стрессогенные условия тренировки в условиях моделирующих факторы чрезвычайной ситуации представляют несомненную ценность для формирования у курсантов академии профессионально важных качеств, а также предоставляют возможность изучения процессов профессиональной адаптации для совершенствования тренирующих и реабилитационных программ и, в конечном итоге, превентивном повышении эффективности спасательных работ [4, 5]. С 2008 года на базе научно-исследовательской лаборатории академии «Медицина катастроф» ведется научная работа по созданию и совершенствованию технологий медицинского сопровождения при подготовке пожарных и спасателей. Созданные программы и усовершенствованные аппаратные комплексы позволяют мониторировать процесс профессионализации. Наиболее востребованными оказались маркеры донозологических стресс-индуцированных расстройств. Доказано, что наиболее адекватными в этом аспекте являются показатели вегетативного обеспечения деятельности сердца и психофизиологические показатели. Косвенным свидетельством востребованности этих технологий является сохраняющийся уровень заболеваемости у пожарных – наиболее часто регистрируются сердечно-сосудистые и бронхо-легочные заболевания.

Таким образом, одним из важнейших показателей состояния организма кроме исключительно сердечно-сосудистой является функциональное состояние дыхательной системы. Для пожарных и спасателей это тем более важно, поскольку основная работа проходит в условиях непригодной для дыхания среде, и функциональная готовность дыхательной системы определяет эффективность их деятельности. Кроме того, объективная оценка влияния нагрузок различной интенсивности на организм человека и ответ кардио-респираторной системы на них, обеспечивающий адаптацию организма к различным воздействиям, косвенно отражает и динамику восстановительных процессов [6]. Таким образом, обоснована актуальность и востребованность проведения исследования, направленного на объективную оценку функции внешнего дыхания при влиянии профессионально значимых нагрузок.

Цель научного исследования – дать объективную оценку эффективности работы дыхательной системы курсантов академии по показателям компьютерной спирометрии под влиянием нагрузок, моделирующих экстремальные условия профессиональной деятельности, для дальнейшего совершенствования тренирующих и восстановительных программ подготовки пожарных и спасателей.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Установить закономерности изменения спирографических показателей под влиянием нагрузок, имитирующих профессиональные условия.
2. Оценить особенности показателей спирографии у курсантов через два дня после воздействия нагрузок.
3. Выявить критерии эффективности работы дыхательной системы курсантов в моделирующих условиях чрезвычайных ситуаций.
4. Сравнить эффективность трех используемых тренажеров с моделированием экстремальных условий деятельности – огневой полосы психологической подготовки, многофункционального тренажерного комплекса и теплодымокамеры, – для подготовки пожарных, оцениваемых по воздействию на функцию внешнего дыхания.

Научная новизна проведенного исследования заключается в том, что впервые проведена сравнительная оценка спирографических показателей у курсантов под влиянием нагрузок, имитирующих профессиональные условия в различных тренажерных комплексах; установлены критерии эффективности работы дыхательной системы курсантов в моделируемых условиях чрезвычайных ситуаций, которые можно использовать в качестве маркеров для оценки функционального состояния организма специалистов экстремального профиля.

Физиологически дыхание – это совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм человека кислорода, использование его для окисления органических веществ и удаления из организма углекислого газа. Внешнее дыхание является его составной частью, обеспечивает ритмическое поступление порций атмосферного воздуха в легкие и удаление альвеолярного воздуха из легких в атмосферу и диффузию газов в легких, обеспечивающую переход кислорода из альвеолярного воздуха в кровь и углекислого газа в обратном направлении. В покое у взрослого человека частота дыхательных движений 16 – 20 в минуту. При этом вдох является активным процессом. При спокойном вдохе увеличение объема грудной клетки составляет примерно 500 – 600 мл<sup>3</sup>. Движение диафрагмы во время дыхания обуславливает до 80 % вентиляции легких. При значительной нагрузке у тренированных людей во время глубокого дыхания купол диафрагмы может смещаться до 10 – 12 см. Спирография – метод графического отображения изменений легочных объемов во временном интервале в процессе выполнения определенных дыхательных маневров.

Исследование легочных объемов и ёмкостей как важнейших показателей функционального состояния легких имеет большое медико-физиологическое значение. Изменение вентиляции является средством достижения главной цели регуляции дыхания – оптимизации газового состава внутренней среды (прежде всего, артериальной крови). Определяющим состояние вентиляции является у пожарных, т.к. в непригодной для дыхания среде при значительных физических нагрузках они используют дыхательную аппаратуру с граничными объемами воздуха [7].

Поддержание адекватного нагрузке кислородного режима осуществляет кардио-респираторная система, состоящая из органов внешнего дыхания, кровообращения и газообмена. Особенно велика ее роль в поддержании кислородного режима организма лиц экстремальных профессий, так как от этого зависят их физическая работоспособность и результаты профессиональной деятельности. Оптимальным вариантом адаптации дыхательных путей в процессе тренировки является создание условий, когда физическая нагрузка переносится на фоне профилактики их обструкции.

Экстремальные факторы профессиональной деятельности оказывают разнонаправленное влияние на показатели внешнего дыхания. У тренированных людей реакция системы дыхания носит интенсивный характер – усиливается скорость перемещения воздуха по воздухоносным путям, тогда как у нетренированных лиц реакция системы дыхания носит экстенсивный характер – увеличиваются преимущественно объемы. Отсюда следует, что и оценка эффективности тренирующих систем должна основываться на показателях интенсивного свойства. Внешнее дыхание вполне может лимитировать выносливость, вопреки мнению, что общая выносливость находится в прямой зависимости только от кислород-транспортной способности крови, кардио-респираторной производительности, мощности систем тканевого дыхания, степени васкуляризации мышц и совершенства регуляторных механизмов, обеспечивающих адекватное кровоснабжение их во время работы [8].

При нагрузке регуляция вентиляции легких переходит на кислородный контур, независимо от исходных параметров внешнего дыхания. В обеспечении кислородного запроса эффективность вентиляции играет роль только при легкой физической нагрузке. При умеренной нагрузке, по мере нарастания частоты дыхания, значение коэффициента использования кислорода сводится к нулю и подключается структурный компонент диффузии. Увеличение остаточного

объема легких отражает включение в вентиляцию и газообмен резервной ткани респираторных отделов легких и соответствующее повышение диффузионной способности в результате увеличения общей респираторной поверхности. Такую функциональную организацию системы внешнего дыхания можно условно назвать «нагрузочной». В ней сочетаются усиление работы вентиляционной цепи и мобилизация резервной ткани респираторных отделов легких [9]. Нормальное потребление кислорода для молодого человека в покое составляет около 250 мл/мин. Однако при максимальной нагрузке этот показатель может возрастать. У хорошо тренированного человека и потребление кислорода, и общая вентиляция легких увеличиваются примерно в 20 раз при изменении интенсивности физической нагрузки от состояния покоя до максимального уровня. Таким образом, максимальные возможности дыхательной системы примерно на 50 % выше, чем истинное усиление дыхания во время максимальной мышечной работы. Это создает элемент надежности для тренированных людей, обеспечивая им дополнительную вентиляцию, которая может стать необходимой при условиях: 1) Мышечной работы в условиях недостаточной кислородной насыщенности (парциального давления кислорода); 2) Физической работы в условиях очень высокой температуры; 3) Патологии дыхательной системы.

При оценке функционального состояния лиц опасных профессий показано, что с увеличением возраста и стажа работы увеличивается степень изменения функционального состояния организма. В возрасте старше 35 лет, а также при стаже работы по специальности свыше 7 – 9 лет выявлены наиболее значимые изменения функционального состояния, проявляющиеся в снижении резервных возможностей кардио-респираторной системы. Напряжение адаптационных механизмов по показателям функции внешнего дыхания выявлено у спасателей со стажем работы до 2 лет и более 7 – 9 лет. Ряд авторов отмечает нарушения функционального состояния у 14,9 % спасателей уже к концу первого года работы [10].

Пожаротушение влияет на функционирование дыхательной системы и может привести к повышению частоты дыхания и возрастанию потребления кислорода. Согласно литературным данным, во время моделируемых противопожарных действий, длящихся приблизительно 22 минуты, количество потребляемого кислорода составляло в среднем 82 литра в минуту, а в некоторых случаях превышало 100 л/мин. Такое увеличение потребления кислорода отражает высокий уровень работы дыхательной системы, а также увеличение по-

требности организма в кислороде и его доставке к мышцам и органам [11]. Кратковременное поступление дыма в организм, например при тушении лесного пожара, также может вызывать воспалительные реакции, как в дыхательных путях, так и в других системах органов [12].

Исследование проведено на базе ФБГОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России в научно-исследовательской лаборатории «Медицина катастроф». В исследовании приняли участие 79 курсантов, средний возраст обследованных –  $18,93 \pm 0,18$  лет. Обследование проводили в стандартных условиях с соблюдением этических и правовых норм для декретированной группы обследуемых. Все курсанты были полностью информированы об особенностях обследования, отсутствии инвазивности. На момент обследования все курсанты не предъявляли жалоб на состояние здоровья.

Первое обследование курсантов ( $n=79$ ) проводили в условиях повседневной учебной деятельности (группа – до нагрузки). Особенностью обучения в академии является наличие суточных нарядов, дежурств в учебной пожарной части, физические нагрузки, превышающие обыденные. Повторное обследование тех же курсантов выполняли сразу после воздействия нагрузки, в качестве которой использовали моделирующую экстремальную на пожаре по 3 вариантам (группа – после нагрузки):

1. Огневая полоса ( $n=20$ ), расположена под открытым небом, элементами являются маршевая лестница, мостики, спуск по трубе и т.д. Время прохождения данных препятствий не было ограничено и составило максимально около 15 минут. Огневая полоса используется при тренировках курсантов для отработки быстроты реакции, психологической устойчивости, умения оперативно мыслить, контролировать свои действия и управлять ими в сложной обстановке при тушении пожара, а также для формирования других профессионально важных качеств будущих пожарных. Несмотря на отсутствие норматива прохождения полосы, наличие реальных опасных факторов (открытый огонь, искры, тепловой поток, задымление, бегущие впереди и сзади куранты) не позволяет замедлять скорость прохождения тренажера. Огневая полоса – самый «старый» из используемых тренажеров и не содержит значимых технических решений.

2. Комплекс «Грот К» ( $n=38$ ) – теплодымокамера (ТДК) с тренажерами разного уровня сложности для создания физической нагрузки и системой звуковых и световых эффектов в виде шумов при обрушении конструкций, выходящего из трубопровода газа, криков пострадавших, вспышек паров или газов

при взрывах. Время тренировки в данной установке также составило около 15 минут. Все курсанты проходили одинаковый по уровню сложности лабиринт (2 уровень) в составе звена и не были ограничены по времени, но были вынуждены работать в составе «команды», которая диктовала одинаковую скорость. Комплекс оборудован тремя различными по уровню сложности маршрутами прохождения лабиринта, возможностью подачи дыма затрудняющего ориентацию в пространстве, тренажерами «Молот», «Беговая дорожка» и т.д. Считается, что наличие различных тренажеров и возможность их случайных сочетаний не позволяют «привыкнуть» к раздражителям, сохраняя новизну восприятия.

3. Многофункциональный учебно-тренировочный комплекс (МФУТК) (n=21), который позволяет отрабатывать приемы спасения пострадавших в различных условиях, в том числе, сложной планировки маршрута движения и высоком уровне труднопроходимости (замкнутое пространство, лабиринт). Комплекс был спроектирован, сооружен и введен в эксплуатацию в 2015 году в целях реализации комплексного подхода к подготовке будущих пожарных. При настоящем исследовании комплекс работал в тестовом режиме, поэтому время прохождения курсанты планировали самостоятельно.

Заключительное обследование данных курсантов (n=79) проводили через 2 дня после воздействия нагрузки (группа – восстановление).

Для проведения исследования использовали стандартное лицензированное программное обеспечение и оборудование «Спиро-Спектр» (ООО «Нейро-софт», Россия). Проводилась компьютерная спирография с регистрацией стандартных показателей и последующим анализом.

В проведенном исследовании анализировали следующие спирографические показатели:

ЖЕЛ, л – жизненная емкость легких;

ФЖЕЛ, л – форсированная жизненная емкость легких;

МВЛ, л/мин. – максимальная вентиляция легких;

ДО, л – дыхательный объем;

Ровд., л – резервный объем вдоха;

Ровыд., л – резервный объем выдоха;

Ровд./Ровыд., у.е. – соотношение резервного объема вдоха к резервному объему выдоха.

Полученные результаты обработаны современными методами медико-биологической статистики с использованием программного пакета StatPlus2009.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) является показателем функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания. Наибольшие величины ЖЕЛ наблюдаются у спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость и обладающих самой высокой кардио-респираторной производительностью. Из этого не следует, что изменение ЖЕЛ может быть использовано для предсказания транспортных возможностей всей кардио-респираторной системы, т.к. развитие аппарата внешнего дыхания может быть изолированным, при этом остальные звенья кардио-респираторной системы, и в частности сердечно-сосудистой системы, ограничивают транспорт кислорода.

После воздействия нагрузки при моделировании профессиональных условий в тренировочной установке «Грот К» и на огневой полосе у курсантов происходит достоверное увеличение жизненной емкости легких, что может быть связано с возрастанием подвижности легких и грудной клетки, с усилением кровотока в малом круге кровообращения. Однако, после нагрузки в условиях многофункционального учебно-тренировочного комплекса жизненная емкость легких не изменяется. Предполагаем, что данный факт, главным образом, связан с тем, что нагрузка, выполняемая в этом комплексе, является планируемой курсантами самостоятельно и поэтому наименее мощной. Через 2 дня после воздействия нагрузки показатель жизненной емкости легких у курсантов всех исследуемых групп соответствует значению до нагрузки.

Кроме ЖЕЛ, было целесообразно провести измерение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), чтобы оценить состояние дыхательных путей и работу дыхательных мышц. У молодых здоровых мужчин она составляет 80 – 92 % от ЖЕЛ. Сразу после воздействия нагрузки, в качестве которой использовалась огневая полоса, у курсантов происходит достоверное возрастание форсированной жизненной емкости легких. Увеличение данного показателя можно объяснить усилением работы дыхательных мышц и интенсивности окислительных процессов в тканях. Однако, после нагрузки, выполненной как в тренировочной установке «Грот К», так и в многофункциональном учебно-тренировочном комплексе, у курсантов форсированная жизненная емкость легких не изменяется. По нашему мнению, это обусловлено тем, что нагрузка в условиях огневой полосы является наиболее мощной, особенно в сравнении с

двумя другими комплексами. При этом через 2 дня после нагрузки данный показатель у курсантов всех исследуемых групп соответствует значению до нагрузки.

Согласно многочисленным исследованиям [6, 8], одним из наиболее важных показателей, отражающих возможности вентиляционной функции легких, является максимальная вентиляция легких или предел дыхания. Сразу после нагрузки как в тренировочной установке «Грот К», так и на огневой полосе у курсантов происходит достоверное возрастание максимальной вентиляции легких, что может происходить вследствие увеличения объема вентилируемой легочной ткани и повышения бронхиальной проходимости, а также совершения активных движений [13]. У высокорослых спортсменов с хорошо развитой дыхательной мускулатурой МВЛ иногда достигает 350 л/мин [6]. Однако, после нагрузки в условиях многофункционального учебно-тренировочного комплекса максимальная вентиляция легких не изменяется. Опять же предполагаем, что данный факт связан с тем, что нагрузка, выполняемая в этом комплексе, является наименее мощной. При этом, показатель максимальной вентиляции легких у курсантов через 2 дня после нагрузки, выполненной в тренировочной установке «Грот К» и в условиях огневой полосы, снижается, по сравнению с величиной после нагрузки, однако остается достоверно больше, чем его значение до нагрузки, т.е. полного восстановления этого показателя не происходит, отражая следовые реакции профессиональной адаптации.

Сумма дыхательного объема и резервного объема вдоха определяет инспираторную мощность легких, а сумма дыхательного объема и резервного объема выдоха – экспираторную мощность легких. У курсантов после нагрузки в условиях огневой полосы наблюдается достоверное уменьшение дыхательного объема, что может быть связано с возросшими потребностями организма в кислороде. Чем меньше дыхательный объем, тем, следовательно, большая часть потребленного организмом кислорода будет расходоваться на обеспечение работы самой дыхательной мускулатуры [14]. Однако, в тренировочной установке «Грот К» и многофункциональном учебно-тренировочном комплексе дыхательный объем не изменяется. Согласно литературным данным [6], при физической нагрузке у спортсменов дыхательный объем отчетливо растет лишь при относительно небольших ее мощностях. При околопредельных и предельных мощностях он практически стабилизируется, достигая 3 – 3,5 л. Это легко обеспечивается у спортсменов с большой ЖЕЛ. Если ЖЕЛ невелика и составляет 3

– 4 л, то такой дыхательный объем может быть достигнут только путем использования энергии так называемых дополнительных мышц. Таким образом, зная величину ЖЕЛ, можно предсказать максимальную величину дыхательного объема и таким образом судить о степени эффективности легочной вентиляции при максимальном режиме физической нагрузки. Совершенно очевидно, что чем больше максимальная величина дыхательного объема, тем экономичнее использование кислорода организмом. Таким образом, данные нагрузки в различных тренировочных установках являются достаточно интенсивными для организма курсантов, а нагрузка в условиях огневой полосы обладает наибольшей мощностью. Через 2 дня после нагрузки, в качестве которой использовались тренировочная установка «Грот К» и многофункциональный учебно-тренировочный комплекс, у курсантов дыхательный объем достоверно уменьшается, по сравнению с величиной после нагрузки. В случае проведения тренировки в «Грот К» через 2 дня после нагрузки данный показатель соответствует значению до нагрузки, а в условиях огневой полосы и многофункционального учебно-тренировочного комплекса остается достоверно меньше, чем его значение до нагрузки. Такое уменьшение дыхательного объема во всех перечисленных случаях может быть обусловлено снижением возбуждения дыхательного центра в связи с прекращением выполнения нагрузки, поскольку в работе [15] указано, что величина дыхательного объема тесно связана с состоянием нервной системы и эмоциональным напряжением организма.

Как после нагрузки, так и через 2 дня после нагрузки, имитирующей профессиональные условия в тренировочной установке «Грот К», на огневой полосе и в многофункциональном учебно-тренировочном комплексе, другие анализируемые нами спирографические показатели достоверно не изменяются: резервный объем вдоха, резервный объем выдоха и их соотношение. Возможно, это является результатом хорошей тренированности организма и достаточной степени адаптации курсантов к данным видам нагрузок. Поскольку данные показатели остаются неизменными, то, согласно мнению Е.А. Барановой и Л.В. Капилевич [6], этот факт может быть обусловлен тем, что регулярные физические нагрузки, сопровождающиеся усилением легочной вентиляции, приводят к повышению эластичности легочной ткани, а тренировка дыхательных мышц способствует увеличению эластичности внелегочных элементов грудной клетки.

Таким образом, исходя из полученных результатов, самой интенсивной для организма курсантов является нагрузка, выполняемая в условиях огневой полосы, а наименее – нагрузка в многофункциональном учебно-тренировочном комплексе.

Через 2 дня после воздействия нагрузки жизненная емкость легких, форсированная жизненная емкость легких, резервный объем вдоха и выдоха, а также их соотношение соответствуют уровню до нагрузки. Данный факт свидетельствует о достаточной лабильности респираторной системы у лиц, осваивающих профессию пожарного. При этом, максимальная вентиляция легких остается достоверно больше, а дыхательный объем достоверно меньше, исходного значения до нагрузки. Поскольку максимальная вентиляция легких наиболее точно и полно характеризует резервы дыхательной функции, в сравнении с другими спирографическими показателями, можно утверждать, что именно данный показатель отражает истинную «цену» нагрузки, которую выполнили курсанты. Обобщенные показатели спирографии продемонстрированы в таблице.

*Таблица. Показатели спирографии в 3 экспериментальных группах*

Показатели	Группы		
	до нагрузки	после нагрузки	восстановление
	<b>Огневая полоса</b>		
ЖЕЛ, л	4,66±0,14	5,34±0,36 *	4,77±0,20
ФЖЕЛ, л	3,92±0,14	4,65±0,33 *	4,23±0,19
МВЛ, л/мин.	67,22±4,59	121,15±9,97 *	113,11±7,87 *
ДО, л	0,99±0,06	0,80±0,07 *	0,76±0,06 *
Ровд., л	2,31±0,14	2,63±0,27	2,52±0,18
РОВЫД., л	1,35±0,12	1,58±0,14	1,49±0,12
РОВд./РОВЫД., у.е.	1,99±0,23	1,72±0,14	1,90±0,17
	<b>ТДК</b>		
ЖЕЛ, л	4,74±0,12	5,28±0,28 *	4,85±0,14
ФЖЕЛ, л	4,74±0,16	5,15±0,27	4,35±0,19 ^
МВЛ, л/мин.	109,33±7,39	154,93±9,81 *	127,78±7,40 *^
ДО, л	1,00±0,06	1,07±0,07	0,85±0,06 *^
Ровд., л	2,06±0,12	1,97±0,16	2,05±0,13

Показатели	Группы		
	до нагрузки	после нагрузки	восстановление
РОВд., л	1,69±0,10	1,76±0,11	1,63±0,09
РОВд./РОВыд., у.е.	1,52±0,18	1,72±0,14	1,90±0,17
	<b>МФУТК</b>		
ЖЕЛ, л	4,87±0,22	4,95±0,18	5,10±0,30
ФЖЕЛ, л	4,74±0,28	4,59±0,19	4,69±0,30
МВЛ, л/мин.	152,00±10,60	165,45±11,42	158,93±12,77
ДО, л	1,27±0,18	1,10±0,09	0,75±0,07 *^
Ровд., л	2,72±0,34	2,36±0,17	2,73±0,18
РОВыд., л	1,81±0,21	1,50±0,16	1,75±0,23
РОВд./РОВыд., у.е.	1,71±0,32	2,02±0,36	2,34±0,44

Достоверность отличий:

между группами до нагрузки – восстановление: \* -  $p < 0,05$ ;

между группами после нагрузки – восстановление: ^ -  $p < 0,05$

В целом, у курсантов сочетанное воздействие факторов, имитирующих условия профессиональной деятельности, приводит к достоверному возрастанию жизненной емкости легких и максимальной вентиляции легких, что свидетельствует об активации системы внешнего дыхания. Вероятно, это связано с необходимостью удовлетворения возросших потребностей организма курсантов в кислороде.

При исследовании функционального состояния системы внешнего дыхания необходимо различать понятия «функциональные возможности» и «функциональные способности». Так, величина жизненной емкости легких указывает только на потенциальные возможности роста дыхательного объема при нагрузке. Величина максимальной вентиляции легких показывает, в какой мере эти возможности используются в действительности.

На основании данных исследования можно выделить спирографические показатели, которые в первую очередь характеризуют изменения в дыхательной системе при воздействии нагрузки на организм и, поэтому, их можно использовать в качестве критериев эффективности работы дыхательной системы при повышении интенсивности нагрузки:

1. Увеличение жизненной емкости легких;
2. Возрастание форсированной жизненной емкости легких;

3. Повышение максимальной вентиляции легких;
4. Уменьшение дыхательного объема.

Таким образом, у курсантов большинство показателей внешнего дыхания под влиянием нагрузки значительно превышают исходные величины до нагрузки, что создает элемент надежности для тренированных людей, обеспечивая им дополнительную вентиляцию, которая может стать необходимой при физической работе в условиях очень высокой температуры. Полученные данные могут быть использованы для определения степени эффективности тренировок с целью повышения профессионального уровня подготовки курсантов-спасателей. На основании полученных результатов возможна разработка и создание комплексных реабилитационных программ в аспекте персонализированной медицины – индивидуального назначения, выявляющие донозологические профессионально обусловленные состояния.

Проведенное исследование позволяет сделать выводы:

1. Под влиянием нагрузок, имитирующих профессиональные условия, у курсантов происходит активация системы внешнего дыхания.
2. Через два дня после воздействия нагрузок функциональное состояние легких курсантов частично восстанавливается до исходного уровня.
3. Критериями эффективности работы дыхательной системы курсантов в моделируемых условиях чрезвычайных ситуаций являются увеличение жизненной емкости легких, форсированной жизненной емкости легких, максимальной вентиляции легких и уменьшение дыхательного объема.
4. В режимах эксперимента установлено наиболее значимое влияние на функцию внешнего дыхания огневой полосы психологической подготовки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение профессионально важных качеств для лиц опасных профессий и их место в повышении безопасности труда / С.С. Алексанин [и др.] // Вестник СПбГМА им. И.И. Мечникова. 2003. № 1/2 (4). С. 82–87.
2. Вишневецкая М.В. Диагностика нарушений адаптации у спасателей и их коррекция на санаторном этапе реабилитации: автореф. дис.... канд. мед. наук. М., 2009. 30 с.

3. *Самонов А.П.* Влияние экстремальных условий на эффективность действий пожарного подразделения в связи с некоторыми особенностями пожарных. М.: Академия МВД, 2001. 22 с.

4. *Королева С.В.* Функциональная устойчивость как объективный интегральный показатель состояния пожарных // Проблемы и перспективы современной науки: сб. науч. трудов с материалами Четвертой Международной Телеконференции «Фундаментальные науки и практика». 2011. Т. 3. № 1. С. 27–33

5. *Королева С.В., Мкртычян А.С., Юсупов В.В.* Новые технологии в совершенствовании подготовки профессиональных контингентов МЧС России // Никифоровские чтения-2017: передовые отечественные и зарубежные медицинские технологии: Материалы научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием, Санкт-Петербург, 12–13 сентября 2017 г. / Под ред. С.С. Алексанина; сост. П.К. Котенко. СПб.: Ависта СПб, 2017. С. 67–71.

6. *Баранова Е.А., Капилевич Л.В.* Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 374. С. 152–155.

7. *Баранова М.О., Зарипов В.Н., Королева С.В.* Изменения вентиляции и легочного кровотока у курсантов после воздействия нагрузки в условиях имитации профессиональной деятельности // Научный поиск. 2017. № 2. С. 70–73.

8. *Евдокимов Е.И., Одинец Т.Е., Голец В.Е.* Особенности изменений показателей функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. 2008. № 4. С. 64–72.

9. *Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В., Гультяева В.В.* Функциональная организация системы внешнего дыхания при физической нагрузке. Новосибирск: ФГБУ «НИИ физиологии» СО РАМН, 2006. 56 с.

10. Факторы риска развития заболеваний у лиц пожарной службы / М.В. Ивкина [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2016. Т. 15. № 2. С. 126–131.

11. *Smith D.L., Liebig J.P., Steward N.M., Fehling P.C.* Sudden Cardiac Events in the Fire Service: Understanding the Cause and Mitigating the Risk. First Responder Health and Safety Laboratory: Skidmore College, 2010. 66 р. Исаев Г.Г. Регуляция дыхания при мышечной работе // В кн. Физиология дыхания. С-Пб.: Наука, 1994. С. 537–588.

12. *Dorman S.C., Ritz S.A.* Smoke Exposure Has Transient Pulmonary and Systemic Effects in Wildland Firefighters // Journal of Respiratory Medicine. 2014. Vol. 2014. P. 9.

13. *Перельман Ю.М., Приходько А.Г.* Спирографическая диагностика нарушений вентиляционной функции легких. Благовещенск, 2013. 44 с.

14. *Михайлов В.М.* Многоуровневый подход в оценке здоровья здорового чело-

века и прогнозировании индивидуального риска // Клиническая лекция для участников IV-й Международной научной конференции «Методологические и методические проблемы изучения донологического статуса в экстремальных условиях». Иваново, 2008. 234 с.

15. *Исаев Г.Г.* Регуляция дыхания при мышечной работе // Физиология дыхания. С-Пб.: Наука, 1994. С. 537–588.

## **Koroleva Svetlana Valer'evna**

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

## **Barinova Marina Olegovna**

Federal State Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo state university», Russia, Ivanovo  
E-mail: [nayka@list.ru](mailto:nayka@list.ru)

### **Criteria for evaluation of overall performance of respiratory system of cadets of academy at trainings in the conditions imitating extreme**

**Abstract.** Medical attending of trainings of rescuers and firefighters staticizes development of objective criteria of efficiency of vocational training. The significant moment at the same time is the assessment of function of external breathing as one of defining parameters of overall performance in the environment, unsuitable for breathing. Results of an objective assessment of function of external breathing according to the computer spirometry in case of trainings of cadets of the Ivanovo rescue and fire fighting academy in different training complexes of simulation of extremal conditions of activities are provided. 79 cadets, average age of  $18,93 \pm 0,18$  years participated in a research when passing 3 complexes of preparation – a fire band, "Grot-K" (tep-lodymokamer) and a multifunction educational and training complex of academy. The certified spiro-Spektr hardware and software is used, the computer spirometry is carried out to, after loading and in 2 days of restoration. To the analysis standard results of the spirometry – the vital capacity of lungs, the forced vital capacity of lungs, the maximum cooling of lungs respiratory volume, reserve volume of a breath and reserve volume of an exhalation were accepted. Based on data of a research spirometric indices which first of all characterize changes in respiratory system in case of influence of load of an organism were selected and therefore they can be used as criteria of overall performance of respiratory system: increase in vital capacity of lungs; increase of the forced vital capacity of lungs; increase in the maximum cooling of lungs; reduction of respiratory volume. Thus, at cadets the majority of indices of external breathing under the influence of loading considerably exceed the initial values to loading that creates a reliability element for the trained people, providing them

additional cooling which can become necessary in case of physical activity in the conditions modeling extremal conditions of activities. Maximum efficiency is set at a fire band. It is expedient to carry out use of a multipurpose educational and training complex with scheduling of loading in submaximal sizes of heart rate.

**Keywords:** vocational training, function of external breath, computer spirometry, teplodymometer, fire strip, cadets, loading, modeling of extreme conditions.

## REFERENCES

1. Opredelenie professional'no vazhnykh kachestv dlja lic opasnykh professij i ih mesto v povyshenii bezopasnosti truda / S.S. Aleksanin [i dr.] // Vestnik SPbGMA im. I.I. Mechnikova. 2003. № 1/2 (4). S. 82–87.
2. Vishnevskaja M.V. Diagnostika narushenij adaptacii u spasatelej i ih korekcija na sanatornom jetape rehabilitacii: avtoref. dis.... kand. med. nauk. M., 2009. 30 s.
3. Samonov A.P. Vlijanie jekstremal'nykh uslovij na jeffektivnost' dejstvij pozhnogo podrazdelenija v svjazi s nekotorymi osobnostjami pozhnym. M.: Akademija MVD, 2001. 22 s.
4. Koroleva S.V. Funkcional'naja ustojchivost' kak obektivnyj integral'nyj pokazatel' sostojanija pozhnym // Problemy i perspektivy sovremennoj nauki: sb. nauch. trudov s materialami Chetvertoj Mezhdunarodnoj Telekonferencii «Fundamental'nye nauki i praktika». 2011. T. 3. № 1. S. 27–33
5. Koroleva S.V., Mkrtychjan A.S., Jusupov V.V. Novye tehnologii v sovershenstvovanii podgotovki professional'nykh kontingentov MChS Rossii // Nikiforovskie chtenija-2017: peredovye otechestvennye i zarubezhnye medicinskie tehnologii: Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii molodykh uchenykh i specialistov s mezhdunarodnym uchastiem, Sankt-Peterburg, 12–13 sentjabrja 2017 g. / Pod red. S.S. Aleksanina; sost. P.K. Kotenko. SPb.: Avista SPb, 2017. S. 67–71.
6. Baranova E.A., Kapilevich L.V. Vlijanie fizicheskoj nagruzki na pokazateli legochnoj ventiljacii u sportsmenov // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. № 374. S. 152–155.
7. Baranova M.O., Zaripov V.N., Koroleva S.V. Izmenenija ventiljacii i legochnogo krovotoka u kursantov posle vozdejstvija nagruzki v uslovijah imitacii professional'noj dejatel'nosti // Nauchnyj poisk. 2017. № 2. S. 70–73.
8. Evdokimov E.I., Odinec T.E., Golec V.E. Osobnosti izmenenij pokazatelej funkcii vneshnego dyhanija pod vozdejstviem fizicheskoj nagruzki // Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh special'nostej. 2008. № 4. S. 64–72.

9. Shishkin G.S., Ustjuzhaninova N.V., Gul'tjaeva V.V. Funkcional'naja organizacija sistemy vneshnego dyhanija pri fizicheskoj nagruzke. Novosibirsk: FGBU «NII fiziologii» SO RAMN, 2006. 56 s.

10. Faktory riska razvitija zabolevanij u lic pozharnoj sluzhby / M.V. Ivkina [i dr.] // Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. 2016. T. 15. № 2. S. 126–131.

11. Smith D.L., Liebig J.P., Steward N.M., Fehling P.C. Sudden Cardiac Events in the Fire Service: Understanding the Cause and Mitigating the Risk. First Responder Health and Safety Laboratory: Skidmore College, 2010. 66 p. Isaev G.G. Reguljacija dyhanija pri myshečnoj rabote // V kn. Fiziologija dyhanija. S-Pb.: Nauka, 1994. S. 537–588.

12. Dorman S.C., Ritz S.A. Smoke Exposure Has Transient Pulmonary and Systemic Effects in Wildland Firefighters // Journal of Respiratory Medicine. 2014. Vol. 2014. P. 9.

13. Perel'man Ju.M., Prihod'ko A.G. Spirografičeskaja diagnostika narushenij ventiljacionnoj funkcii legkih. Blagoveshhensk, 2013. 44 s.

14. Mihajlov V.M. Mnogourovnevnyj podhod v ocenke zdorov'ja zdorovogo cheloveka i prognozirovanii individual'nogo riska // Kliničeskaja lekcija dlja uchastnikov IV-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Metodologičeskie i metodičeskie problemy izučeniya donozologičeskogo statusa v jekstremal'nyh uslovijah». Ivanovo, 2008. 234 s.

15. Isaev G.G. Reguljacija dyhanija pri myshečnoj rabote // Fiziologija dyhanija. S-Pb.: Nauka, 1994. S. 537–588.

*Рецензент: декан биолого-химического факультета, заведующий кафедрой доктор медицинских наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации Т. В. Карасева (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»)*

УДК 66.011:66.023

## **Никифорова Татьяна Евгеньевна**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Россия,

Иваново

Доцент

Доктор химических наук

Профессор

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=132207&pubrole=100&show\\_refs=1&show\\_option=0](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=132207&pubrole=100&show_refs=1&show_option=0)

E-mail: [tatianaenik@mail.ru](mailto:tatianaenik@mail.ru)

## **Натареев Сергей Валентинович**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Россия,

Иваново

Профессор

Доктор технических наук

Профессор

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=393159&pubrole=100&show\\_refs=1&show\\_option=0](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=393159&pubrole=100&show_refs=1&show_option=0)

E-mail: [natoret@mail.ru](mailto:natoret@mail.ru)

## **Беляев Сергей Валерьевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Заведующий кафедрой

Кандидат химических наук

E-mail: [Sergej\\_Belyaev@mail.ru](mailto:Sergej_Belyaev@mail.ru)

## **Плазменное модифицирование сорбентов на основе целлюлозосодержащих материалов**

**Аннотация.** Изучен процесс распределения ионов меди в системе водный раствор  $\text{CuSO}_4$  -целлюлозосодержащий сорбент. Определены равновесные характеристики сорбционного процесса. Сорбция ионов  $\text{Cu}^{2+}$  полисахаридным биосорбентом из водного раствора  $\text{CuSO}_4$  определялась методом атомной абсорбционной спектроскопии с помощью прибора "Сатурн".

Изотермы сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , полученные в диапазоне температур 296-363 К, указывают на экзотермическое поведение процесса. Экспериментальные данные по сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  обработаны в рамках модели Ленгмюра. Модель позволяет описать процесс сорбции.

Установлено, что сорбция ионов металлов происходит на анионных центрах сорбентов в соответствии с механизмом ионного обмена. Установлено, что при сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  сорбент целлюлозы ведет себя как слабокислотный катионообменник, в котором сорбционные участки представлены группами  $\text{COOH}$  в формах  $\text{H}^+$  или соли. Относительно хорошие равновесные и кинетические характеристики делают применение таких сорбентов чрезвычайно перспективным при сорбционной очистке водных сред.

**Ключевые слова:** ионный обмен; ионы меди; целлюлозосодержащий сорбент.

Дальнейшее совершенствование процессов и аппаратов ионообменной технологии неразрывно связано с получением новых высокоэффективных и сравнительно дешевых ионитов [1]. В последние десятилетия все большее внимание уделяется сорбентам на основе природного растительного сырья [2–4]. Однако природные материалы обычно обладают невысокими сорбционными свойствами. Для улучшения сорбционных и кинетических характеристик сорбентов исходные материалы подвергают обработке (модифицированию). При этом под модифицированием понимают изменение химического строения и физической структуры сорбента. Из всего разнообразия способов модифицирования сорбентов можно выделить несколько групп: физические, химические, физико-химические и биологические [5–7].

Физическое модифицирование сорбента предполагает изменение физических свойств обрабатываемого вещества без изменения его химического строения. К физическим способам модифицирования сорбентов относится измельчение, ультразвуковая и высокочастотная обработки, нагрев, охлаждение и др.

Методы химического модифицирования сорбентов проводят жидкими или газообразными органическими или неорганическими реагентами, которые направлены на изменение химического строения сорбента. Данные методы могут сопровождаться растворением в сорбенте определенных компонентов с последующим их удалением, прививкой функциональных групп, сшивкой линейного полимера и т.п.

Физико-химическое модифицирование проводят путем физического воздействия на сорбент, в результате которого происходит изменение его химического строения. При этом, как правило, меняется и физическая структура сорбента.

При биологическом модифицировании сорбенты обрабатывают биологическими активными веществами, позволяющими получить сорбент с биоспецифическими свойствами.

На практике для модифицирования сорбентов применяется обычно не один, а несколько способов, заимствованных из различных групп. Такое комбинированное модифицирование позволяет получить сорбенты с наилучшими свойствами.

В настоящей работе исследовалось влияние плазменного модифицирования на сорбционные свойства короткого льняного волокна по отношению к ионам цинка.

Короткое льняное волокно представляло собой вторичный продукт переработки льняной промышленности и имело следующий состав, %: целлюлоза (75...78), гемицеллюлоза (9,4...11,9), лигнин (3,8), пектиновые вещества (2,9...3,2), воскообразные вещества (2,7), азотсодержащие вещества в расчете на белки (1,9...2,1), минеральные вещества (1,3...2,8).

Модифицирование сорбентов проводили с применением двух видов разряда: плазмой разряда атмосферного давления и газоразрядной плазмой низкого давления [8].

Модифицирование короткого льняного волокна плазмой разряда атмосферного давления проводили в стеклянной ячейке, имеющей два металлических электрода и снабженной магнитной мешалкой. Один из электродов (катод) был погружен в раствор, второй электрод (анод) расположен над поверхностью раствора электролита на расстоянии 5 мм. Сорбент помещали в ячейку и заливали раствором NaOH концентрацией  $0,5 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$  при модуле раствор/сорбент 80. На электроды подавали напряжение  $\sim 1 \text{ кВ}$ , в результате чего между электродом в газовой фазе и поверхностью водного раствора электролита возникал тлеющий газовый разряд атмосферного давления. Ток разряда  $I$  изменяли от 15 до 30 мА. Время обработки  $\tau_{\text{обр}}$  варьировали в интервале от 5 до 30 мин. После обработки сорбент извлекали из ячейки и высушивали на воздухе при комнатной температуре до постоянного веса.

Модифицирование короткого льняного волокна газоразрядной плазмой низкого давления проводили в плазмохимическом реакторе, представляющем собой стеклянную трубку, в боковых отростках которой расположены металлические электроды. Сорбент помещали в реактор, в котором предварительно при помощи вакуумного насоса создавали разрежение до достижения остаточного давления 1 Па. Затем в него подавали поток воздуха со скоростью  $5 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$  при непрерывном откачивании системы вакуумным насосом. Для обработки сорбента использовали тлеющий разряд, со следующими параметрами: рабочее давление 100 Па, ток разряда 15 и 30 мА, напряжение на электродах  $\sim 1 \text{ кВ}$ . Время обработки сорбента варьировали в интервале от 5 до 30 мин.

Модифицированный сорбент использовали для исследования равновесия и кинетики ионообменной сорбции ионов цинка по методу ограниченного объема [9]. Для опытов использовали водные растворы  $\text{ZnSO}_4$ . Концентрацию ионов металлов в растворе определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Сатурн» [10].

Результаты исследования равновесия ионного обмена на льняном волокне, обработанного плазмой, приведены на рис. 1. Для опытов использовали растворы сульфата цинка с начальными концентрациями от  $1,5 \cdot 10^{-4}$  до  $8 \cdot 10^{-3}$  моль·л<sup>-1</sup>. На рис. 1 показаны для сравнения изотермы ионообменной сорбции ионов цинка исходным льняным волокном и льняным волокном, обработанным раствором NaOH концентрацией  $0,5 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ .

Результаты кинетических опытов по сорбции ионов  $\text{Zn(II)}$  коротким льняным волокном, модифицированным газоразрядной плазмой низкого давления и плазмой разряда атмосферного давления, из раствора сульфата цинка с начальной концентрацией ( $C_0$ )  $1,5 \cdot 10^{-4}$  моль·л<sup>-1</sup>, представлены на рис. 2.

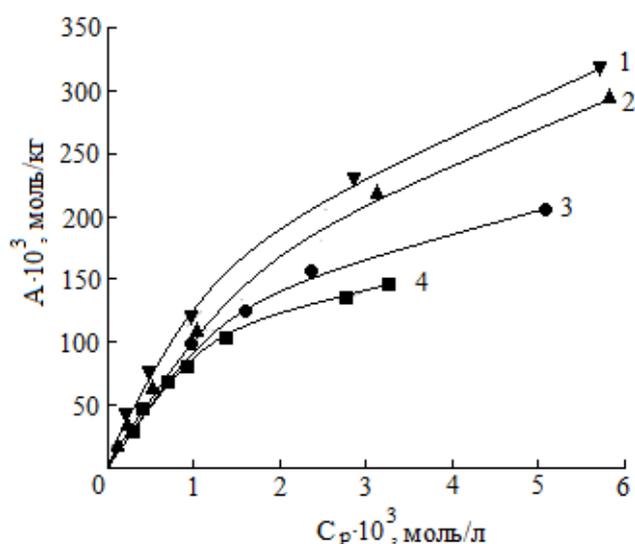
Установлено, что плазменное модифицирование приводит к значительному улучшению сорбционно-кинетических свойств природного материала. При сорбции ионов  $\text{Zn(II)}$  на льняном волокне, модифицированном плазмой разряда атмосферного давления и газоразрядной плазмой низкого давления, время достижения равновесия в гетерофазной системе сокращается в 4–8 раз и в зависимости от продолжительности обработки составляет 5–10 мин.

Экспериментальные изотермы ионного обмена (рис. 1) были обработаны в рамках модели адсорбции Ленгмюра:

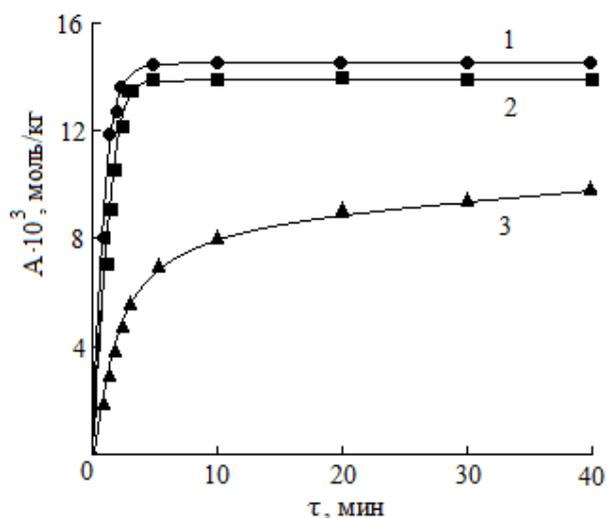
$$A = \frac{A_{\infty} \cdot K \cdot C_p}{1 + K C_p},$$

где  $A$  – величина адсорбции, моль·кг<sup>-1</sup>;  $A_{\infty}$  – величина предельной адсорбции, моль·кг<sup>-1</sup>;  $C_p$  – равновесная концентрация раствора, моль·л<sup>-1</sup>;  $K$  – константа адсорбционного равновесия, л·моль<sup>-1</sup>.

Экспериментальные данные равновесия ионного обмена были обработаны методом наименьших квадратов. Установлены значения предельной ионообменной сорбции и констант адсорбционного равновесия, которые соответственно составили: для льняного волокна, модифицированного плазмой разряда атмосферного давления - 0,53 моль·кг<sup>-1</sup> и 420 л·моль<sup>-1</sup>; для льняного волокна, модифицированного газоразрядной плазмой низкого давления - 0,45 моль·кг<sup>-1</sup> и 510 л·моль<sup>-1</sup>; для льняного волокна, модифицированного раствором щелочи - 0,22 моль·кг<sup>-1</sup> и 910 л·моль<sup>-1</sup>; для нативного льняного волокна - 0,15 моль·кг<sup>-1</sup> и 1730 л·моль<sup>-1</sup>. Расхождение равновесных экспериментальных данных от данных, рассчитанных с помощью уравнения изотермы Ленгмюра, не превышает 10 %.



**Рис. 1.** Изотермы ионообменной сорбции ионов Zn(II) льняным волокном: 1 – модифицирование при  $I = 30$  мА, тобр = 30 мин плазмой разряда атмосферного давления; 2 – модифицирование газоразрядной плазмой низкого давления; 3 – обработка раствором NaOH; 4 – нативное льняное волокно



**Рис. 2.** Кинетические кривые ионообменной сорбции ионов Zn(II) льняным волокном: 1 – модифицирование при  $I = 30$  мА,  $t_{обр} = 30$  мин плазмой разряда атмосферного давления; 2 – модифицирование газоразрядной плазмой низкого давления; 3 – нативное льняное волокно

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, плазменное модифицирование короткого льняного волокна способствует улучшению сорбционно-кинетических характеристик материала, что связано с увеличением гидрофильности, пористости и набухаемости сорбента, а также количества доступных функциональных групп для обмена ионами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-химические основы ионообменных и хроматографических процессов «Иониты–2017»: материалы XV Международной научно–практической конференции, посвященной 115–летию открытия хроматографии и 100–летию Воронежского государственного университета (г. Воронеж, 13–17 сентября 2017 г.) / под ред. В. Ф. Селеменова. Воронеж: Научная книга, 2017. 376 с.
2. Климов Е. С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. Ульяновск: УлГТУ, 2011. 201 с.
3. Природные сорбенты и их использование для очистки сточных вод / В.В. Багров [и др.] // Вода Magazine. 2017. № 6. С. 38–43.

4. *Demirbas Ayhan*. Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials / Ayhan Demirbas // *J. Hazardous Materials*. 2008. Vol. 157, № 2–3. P. 220–229.

5. *Бабкин А., Нескоромная Е., Буракова И.* Углеродное модифицирование сорбентов методом CVD. Синтез слоя углеродных нанотрубок заданной архитектуры на поверхности материала-носителя. Изд-во: Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 80 с.

6. *Кондрашова А. В.* Химическое модифицирование природного сорбента // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2014. Т. 26. С. 286–290.

7. *Зеленцов В.И., Дацко Т.Я.* Электрообработка природных сорбентов // *Электронная обработка материалов*. 2006. № 3. С. 128–137.

8. *Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И.* Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов / отв. ред. А.Ю. Цивадзе. М.: Наука, 2004. 496 с.

9. *Полянский Н.Г., Горбунов Г.В., Полянская Н.Л.* Методы исследования ионитов. М.: Химия, 1976. 208 с.

10. *Барсуков В.И.* Атомный спектральный анализ. М.: Машиностроение–1, 2005. 132 с.

## **Nikiforova Tatyana Evgenyevna**

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

E-mail: [tatianaenik@mail.ru](mailto:tatianaenik@mail.ru)

## **Natareev Sergey Valentinovich**

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

E-mail: [natoret@mail.ru](mailto:natoret@mail.ru)

## **Beljaev Sergej Valer'evich**

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

E-mail: [sergej\\_belyaev@mail.ru](mailto:sergej_belyaev@mail.ru)

### **Plasma modification of sorbents on the basis of cellulose containing materials**

**Abstract.** The process of distribution of copper ions in the «aqueous  $\text{CuSO}_4$  solution - cellulose containing sorbent» system is studied. Equilibrium characteristics of sorption process are determined. Sorption of  $\text{Cu}^{2+}$  ions by a polysaccharide biosorbent from water solution of  $\text{CuSO}_4$  was determined by the atomic absorption spectroscopy using a Saturn instrument. The sorption isotherms for  $\text{Cu}^{2+}$  ions obtained within the temperature range of 296–363 K indicate the exothermic behavior of the process. The experimental data on sorption of  $\text{Cu}^{2+}$  ions were treated within the Langmuir model. Model allows us to describe well the process of sorption. The value of maximum sorption of copper ions by the cellulose sorbent ( $A_\infty$ ) determined from the Langmuir model is in better agreement with the experimental data. It was established, that sorption of metal ions occurs on anionic sorbent centers in accordance with the mechanism of ionic exchange. During sorption of  $\text{Cu}^{2+}$  ions, the cellulose sorbent was found to behave as a weak acid cation exchanger, in which the sorption sites are represented by  $-\text{COOH}$  groups in the  $\text{H}^+$  or salt forms. Relatively good equilibrium kinetic characteristics make the application of such sorbents extremely promising in sorption purification of aqueous media.

**Keywords:** Ion exchange; copper ions; cellulose containing sorbent.

### **REFERENCES**

1. Fiziko-himicheskie osnovy ionoobmennyh i hromatograficheskikh processov «Ionity-2017»: materialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 115-letiju otkrytija hromatografii i 100-letiju Voronezhskogo gosu-

darstvennogo universiteta (g. Voronezh, 13–17 sentjabrja 2017 g.) / pod red. V. F. Selemeneva. Voronezh: Nauchnaja kniga, 2017. 376 s.

2. Klimov E. S., Buzaeva M. V. Prirodnye sorbenty i kompleksy v oчитке stochnyh vod. Ul'janovsk: UIGTU, 2011. 201 s.

3. Prirodnye sorbenty i ih ispol'zovanie dlja oчитки stochnyh vod / V.V. Bagrov [i dr.] // Voda Magazine. 2017. № 6. S. 38–43.

4. Demirbas Ayhan. Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials / Ayhan Demirbas // J. Hazardous Materials. 2008. Vol. 157, № 2–3. R. 220–229.

5. Babkin A., Neskoronnaja E., Burakova I. Uglерodnoe modifitsirovanie sorbentov metodom CVD. Sintez sloja uglерodnyh nanotrubok zadannoj arhitektury na poverhnosti materiala-nositelja. Izd-vo: Saarbrjukken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 80 s.

6. Kondrashova A. V. Himicheskoe modifitsirovanie prirodного sorbenta // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept». 2014. T. 26. S. 286–290.

7. Zelencov V.I., Dacko T.Ja. Jelektroobrabotka prirodnyh sorbentov // Jelek-tronnaja obrabotka materialov. 2006. № 3. S. 128–137.

8. Kutepov A.M., Zaharov A.G., Maksimov A.I. Vakuumno-plazmennoe i plazmenno-rastvornoe modifitsirovanie polimernyh materialov / otv. red. A.Ju. Civad-ze. M.: Nauka, 2004. 496 s.

9. Poljanskij N.G., Gorbunov G.V., Poljanskaja N.L. Metody issledovanija ionitov. M.: Himija, 1976. 208 s.

10. Barsukov V.I. Atomnyj spektral'nyj analiz. M.: Mashinostroenie–1, 2005. 132 s.

*Рецензент: профессор, доктор технических наук Н. Н. Смирнов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»)*

**ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ**

УДК 614.849

**Лазарев Александр Александрович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Доцент

Кандидат педагогических наук

E-mail: [lazareva0803@yandex.ru](mailto:lazareva0803@yandex.ru)

**1325-9463**

**Кокурин Алексей Константинович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Старший преподаватель

Кандидат исторических наук

E-mail: [kokurin@mail.ru](mailto:kokurin@mail.ru)

**4537-2932**

**Цеценевская Ольга Игоревна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Магистрант

E-mail: [gosnadzor37@gmail.com](mailto:gosnadzor37@gmail.com)

**История развития российского законодательства  
об административной ответственности за нарушения  
в области пожарной безопасности**

**Аннотация.** Административная ответственность за нарушение законодательства в области пожарной безопасности имеет относительно недавнюю историю. В отечественном законодательстве на общероссийском уровне она стала формироваться свыше 75 лет назад, начиная с 1942 года. При этом развитие рассматриваемого законодательства нельзя охарактеризовать как непоступательный процесс непрерывного использования метода проб и ошибок. История отечественного законодательства об административной ответственности в области пожарной безопасности имеет четко выраженную линию развития с учетом положительной динамики развития страны. Изменения в законодательстве, которые характеризовали и характеризуют эволюционное, поступательное раз-

витие вопросов правоприменительной практики по делам об административных правонарушениях в области пожарной безопасности предопределили новый облик деятельности надзорных органов МЧС России. Кроме того, исходя из принципа презумпции добросовестности, а также учитывая теорию подобия, мы предполагаем то, что законодательство, предусматривающее административную ответственность за нарушение законодательства в области пожарной безопасности, может претерпеть изменение. Возможными путями развития административного права в данной области могут быть исключение случаев привлечения к административной ответственности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации при отсутствии бюджетного финансирования.

**Ключевые слова:** административное правонарушение, административная ответственность, административное наказание, правоприменительная практика.

Административная ответственность за нарушение законодательства в области пожарной безопасности имеет относительно недавнюю историю. В отечественном законодательстве на общероссийском уровне она стала формироваться свыше 75 лет назад, начиная с 1942 года. При этом развитие рассматриваемого законодательства нельзя охарактеризовать как непоступательный процесс непрерывного использования метода проб и ошибок.

История отечественного законодательства об административной ответственности в ОПБ имеет четко выраженную линию развития с учетом положительной динамики развития страны. Советский период берет свое начало с выхода Постановления Совнаркома СССР «Об ответственности за нарушение правил пожарной безопасности» от 13.08.1942 № 1364. Данным постановлением предусматривались штрафы для должностных лиц за нарушение правил и требований пожарной безопасности, а также за хаотическое содержание и неправильное использование противопожарного инвентаря и оборудования. Штраф налагался на работников и руководителей, непосредственно отвечающих за выполнение требований пожарной безопасности и содержание противопожарного инвентаря и оборудования. Он мог быть наложен начальниками управлений городской пожарной охраны и районными инспекторами в размере до 300 рублей. Максимальная сумма штрафа достигала 1000 рублей и налага-

лась начальником Главного управления пожарной охраны НКВД СССР и его заместителем. Если виновное лицо не являлось руководителем или работником предприятия, то максимальный штраф для него мог достигнуть 100 рублей [1].

Постсоветский период времени, в течение которого на территории России продолжал действовать Кодекс РСФСР об административных правонарушениях, утвержденный Президиумом Верховного совета РСФСР 20 июня 1984 года, завершился в 2001 году. Статьями 76, 113, 169, 204 предусматривалась административная ответственность за нарушение или невыполнение правил пожарной безопасности на различных объектах и территориях (предприятия, в учреждения, организация, колхозы, общественные места, складские помещения, общежития и жилые дома, при разработке проектов и строительстве соответствующих объектов, на транспорте и в лесах). Размеры штрафов для граждан и должностных лиц различались в зависимости от лица, которое рассматривает административное дело. Для граждан верхний предел был равен 10 рублям, для должностных лиц – 50 рублям.

Условно в развитии законодательства современной России, предусматривающего административную ответственность в области пожарной безопасности можно выделить 8 этапов:

- 1) с 30.01.2001 по 17.06.2005;
- 2) с 18.06.2005 по 21.06.2007;
- 3) с 22.06.2007 по 02.03.2008;
- 4) с 03.03.2008 по 08.11.2009;
- 5) с 09.11.2009 по 03.06.2011;
- 6) с 04.06.2011 по 30.11.2012;
- 7) с 01.12.2012 по 31.05.2017;

8) с 01.06.2017 по настоящее время [2]. Следует указать, что вопрос о периодизации процесса развития рассматриваемого законодательства выделен нами условно на основании изменений, вносимых в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (далее – КоАП РФ) [1, 2].

### *Первый этап.*

Первоначальная редакция статьи 20.4 КоАП РФ (от 30.01.2001) содержала в себе 6 частей. Первой частью данной статьи была предусмотрена ответственность за нарушение требований пожарной безопасности, которые были установлены стандартами, нормами и правилами, за исключением случаев, указанных в статьях 8.32, 11.16 КоАП РФ. Для этих же действий, которые были

совершены в условиях особого противопожарного режима, предусматривалась административная ответственность частью 2 указанной статьи. Если эти же действия повлекли за собой возникновение пожара без причинения тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека либо без наступления иных тяжких последствий, то административная ответственность наступала в соответствии с частью 3 рассматриваемой статьи. Частью 4 предусматривалась административная ответственность за выдачу сертификата соответствия на продукцию без сертификата пожарной безопасности в том случае, когда такой сертификат пожарной безопасности был обязателен. В части 5 были указаны санкции за продажу продукции или оказание услуг, которые подлежали обязательной сертификации в области пожарной безопасности, без необходимого сертификата соответствия. Ответственность за безосновательное перекрытие проездов к зданиям и сооружениям, которые установлены для пожарных машин и техники была предусмотрена частью 6. В основном за правонарушения предусматривались штрафы, но часть 1 предусматривала возможность привлечения к административной ответственности в виде предупреждения. Сумма штрафа измерялась в минимальных размерах оплаты труда (далее – МРОТ) [3]. Принципиальная схема производства по административному делу по статье 20.4 КоАП РФ представлена на рисунке [4].

### *Второй этап.*

В связи с принятием Федерального закона от 09.05.2005 № 45-ФЗ была подготовлена 23-я редакция КоАП РФ (от 18.06.2005). Данная редакция вводила новый вид административного наказания – административное приостановление деятельности. Поэтому в части 1 статьи 20.4 КоАП РФ было дополнительно предусмотрено такое наказание для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица и для юридических лиц. Максимальный срок такого наказания не мог превышать 90 суток [5, 6].

### *Третий этап.*

Этот период в развитии законодательства об административной ответственности за нарушение законодательства в области пожарной безопасности был обусловлен принятием Федерального закона от 22.06.2007 № 116-ФЗ. В соответствии с данным законом (редакция КоАП РФ № 60 от 22.06.2007) размер административного штрафа перестал измеряться в МРОТ, а стал измеряться в рублях [7].

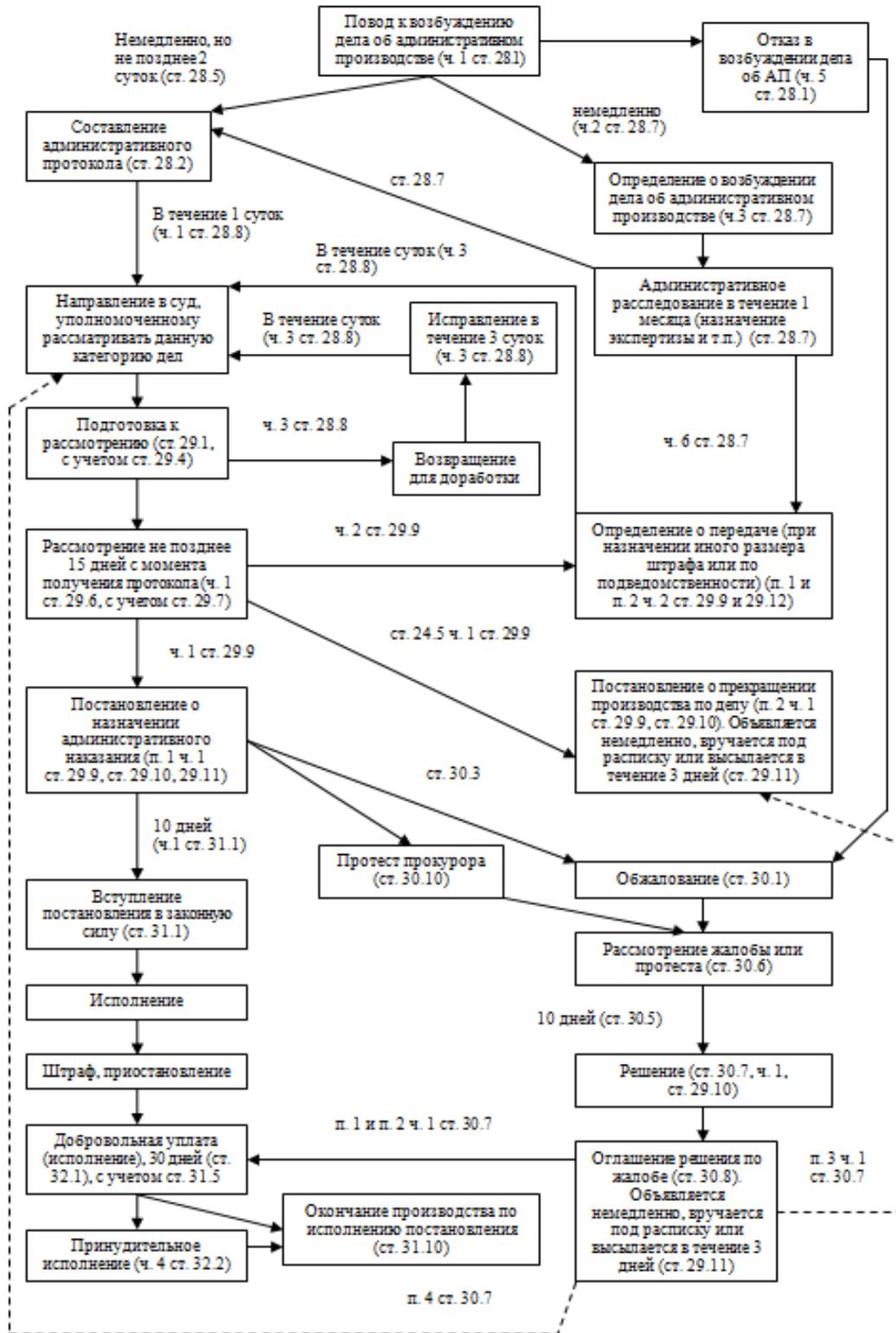


Рисунок. Принципиальная схема производства по административному делу по статье 20.4 КоАП РФ

## *Четвертый этап.*

Принятие Федерального закона от 03.03.2008 № 21-ФЗ позволило внести изменения в часть 3 статьи 20.4 КоАП РФ. Диспозиция данной части стала выглядеть следующим образом: «Нарушение требований стандартов, норм и правил пожарной безопасности, повлекшее возникновение пожара без причинения тяжкого вреда здоровью человека». Указанные изменения вошли в редакцию КоАП РФ № 72 от 03.03.2008 [7, 8].

## *Пятый этап.*

В редакции КоАП РФ № 95 от 09.11.2009, подготовленной в связи с принятием Федерального закона от 09.11.2009 № 247-ФЗ, в частях 1 и 3 статьи 20.4 изменилась диспозиция. Здесь исключены слова об установлении требований пожарной безопасности только стандартами, нормами и правилами [7].

## *Шестой этап.*

Данный этап знаменателен увеличением размеров штрафных санкций и количества отдельных случаев административной ответственности в области пожарной безопасности. Федеральный закон от 03.06.2011 № 120-ФЗ вводил 8 частей в статью 20.4 КоАП РФ (редакция № 137 от 04.06.2011). Были ужесточены санкции за повторное совершение отдельных правонарушений в области пожарной безопасности [7, 8, 9].

## *Седьмой этап.*

На данном этапе Федеральным законом от 01.12.2012 № 212-ФЗ в статье 20.4 КоАП РФ (редакция № 187 от 01.12.2012) была введена часть 6.1. за нарушение требований пожарной безопасности, которое повлекло не только пожар, но и причинение тяжкого вреда здоровью человека или смерть человека [10].

## *Восьмой этап.*

Данный период ознаменовался принятием Федерального закона от 28.05.2017 № 100-ФЗ. Указанный закон отменил административную ответственность за нарушение требований пожарной безопасности в отдельных случаях. Так, в редакции КоАП РФ № 343 от 01.06.2017 исключена ответственность в особенном порядке за нарушение требований к:

- 1) содержанию внутреннего противопожарного водоснабжения;
- 2) содержанию электроустановок зданий, сооружений, строений;
- 3) электротехнической продукции;
- 4) содержанию и соблюдению норм положенности первичных средств пожаротушения;

5) эксплуатации эвакуационных путей и выходов, а также аварийных выходов;

6) системам противопожарной защиты (установкам автоматического пожаротушения, автоматической пожарной сигнализации, системам оповещения людей о возникшем пожаре и управления эвакуацией, противодымной защиты, которые устанавливаются в зданиях, сооружениях, строениях);

7) обеспечению проходов, проездов и подъездов к зданиям, сооружениям, строениям [11].

Исключена также ответственность в особом порядке за совершение повторных нарушений, перечисленных выше в позициях с 1 по 6.

Вместе с тем, Федеральным законом от 28.05.2017 № 100-ФЗ введена административная ответственность для экспертов в области оценки пожарного риска за нарушение порядка оценки соответствия объекта защиты установленным нормативно-правовыми актами требованиям в области пожарной безопасности. Введенная дополнительно часть 9 статьи 20.4 КоАП РФ предусматривает также ответственность для эксперта и за заведомо ложное заключение аудита пожарной безопасности [9].

В соответствии с данным законом изменились также санкции в частях 1 и 2 статьи 20.4 КоАП РФ. В части 1 предусмотрено увеличение размера штрафа для граждан от 2 до 3 тысяч рублей. Предусмотрена также отдельная санкция для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица. Размер штрафа при этом варьируется от 20 до 30 тысяч рублей.

Изменение указанной части статьи 20.4 КоАП РФ предопределило возможность наложения административного наказания в виде предупреждения за впервые совершенное правонарушение в большинстве случаев.

Часть 2 статьи 20.4 КоАП РФ также предусматривает теперь отдельную санкцию для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица. Размер штрафа здесь варьируется от 30 до 40 тысяч рублей. Напротив, санкция данной части для юридических лиц снижена: от 200 до 400 тысяч рублей [9].

Важной вехой в развитии законодательства об административной ответственности в области пожарной безопасности является удаление из перечня возможных санкций, предусмотренных статьей 20.4 КоАП РФ, административного приостановления деятельности [9]. Это обусловлено как общим трендом

на смягчение административного законодательства, так и необходимостью, продиктованной объективной действительностью. В современных условиях отсутствует потребность в незамедлительном приостановлении объекта защиты за нарушение требований пожарной безопасности.

Особый интерес вызывает также правоприменительная практика в области пожарной безопасности. Выделим основные аспекты:

1) определение подведомственности обжалования постановлений о назначении административных наказаний;

2) зависимость привлечения к административной ответственности по части 2 статьи 20.4 КоАП РФ от уровня правового регулирования установленных особым противопожарным режимом требований;

3) перечень лиц, которым предоставлено право обжаловать решение суда по жалобе на вынесенное постановление по делу об административном правонарушении;

4) нарушение требований пожарной безопасности в отношении имущества, находящегося в долевой собственности;

5) нарушение требований пожарной безопасности в отношении имущества, не находящегося в собственности;

6) ответственность за совершение правонарушения в двух и более зданиях;

7) о соблюдении требований пожарной безопасности при передаче имущества в аренду;

8) дата выявления административного правонарушения;

9) выявление новых нарушений требований пожарной безопасности при внеплановой проверке исполнения предписания;

10) порядок применения строительных норм и правил на построенное здание;

11) административная ответственность при отсутствии бюджетного финансирования муниципального образования;

12) административная ответственность управляющих компаний;

13) срок вступления в силу постановления суда о привлечении к административной ответственности при обжаловании;

14) обязательность применения технических средств при фиксации выявленного правонарушения [3, 6, 11].

Следовательно, в целях реализации положений паспорта проекта «Внедрение системы комплексной профилактики нарушений обязательных требований» приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» в рамках организации и проведения публичных обсуждений результатов правоприменительной практики органа федерального государственного пожарного надзора необходимо доводить:

- типовые и массовые нарушения обязательных требований с вариантами их устранения;
- о проводимых в отношении организаций и предпринимателей проверках и иных мероприятиях по контролю;
- о примененных по результатам указанных проверок мерах административной и иной ответственности;
- об итогах административного и судебного оспаривания решений, а также действий или бездействия органа федерального государственного пожарного надзора и его должностных лиц.
- неоднозначные, неясные для проверяемых лиц требования пожарной безопасности, в том числе в силу пробелов или коллизий в нормативных правовых актах;
- новые требования нормативных правовых актов;
- организационные, технические и иные мероприятия, необходимые для реализации новых требований нормативных правовых актов [12].

Кроме того, исходя из принципа презумпции добросовестности, а также учитывая теорию подобия, мы предполагаем то, что законодательство, предусматривающее административную ответственность за нарушение законодательства в области пожарной безопасности, может претерпеть изменение. Возможными путями развития административного права в данной области могут, на наш взгляд, быть исключение случаев привлечения к административной ответственности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации при отсутствии бюджетного финансирования [12].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс РСФСР об административных правонарушениях: утв. ВС РСФСР 20.06.1984 // Ведомости Верховного Совета РСФСР. 1984. № 27. Ст. 909. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Комментарий к Кодексу РСФСР об административных правонарушениях. 5-е изд. / Под ред. И.И. Веремеенко, Н.Г. Салищевой, М.С. Студеникиной. М.: Проспект, 2001. 944 с.

3. *Жеребцов А.Н., Махина С.Н., Помогалова Ю.В.* Комментарий к главе 27 «Применение мер обеспечения производства по делам об административных правонарушениях» Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 № 195-ФЗ. М.: ЗАО Юстицинформ, 2015. 296 с.

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. Постатейный научно-практический комментарий (под общ. ред. д-ра юрид. наук, профессора Б.В. Россинского). «Библиотечка РГ», 2014.

5. *Коноваленко Е.П., Лазарев А.А., Мочалов А.М.* Административно-юрисдикционная деятельность надзорных органов МЧС России: электронное учебное пособие. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2016. [Инtranет по адресу: 10.46.0.45].

6. *Аникеенко Ю.Б., Бозров В.М., Новоселова В.М.* Административно-деликтное право: учебное пособие. Москва: Юрлитинформ, 2014. 213 с.

7. Административное право России: учебник / В. Я. Кикоть [и др.]. М.: Юнити–Дана, 2015. 759 с.

8. Административное право Российской Федерации: учебник / А. В. Мелехин [и др.]. М.: Юстиция, 2016. 615 с.

9. Кодекс РФ об административных правонарушениях: федер. закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

10. *Россинский Б. В., Стариков Ю. Н.* Административное право: учебник. М.: Норма: Инфра–М, 2015. 575 с.

11. *Тихомирова Л.А.* Особенности реализации отдельных положений КоАП РФ и некоторые проблемы правоприменения – Специально для системы ГАРАНТ, 2018.

12. Протокол заседания проектного комитета по основному направлению стратегического развития «Реформа контрольной и надзорной деятельности» от 21 февраля 2017 г. № 13(2).

## **Lazarev Alexander Alexandrovich**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [lazareva0803@yandex.ru](mailto:lazareva0803@yandex.ru)

## **Kokurin Alexey Konstantinovich**

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

## **Tsetsenivskaya Olga Igorevna**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [gosnadzor37@gmail.com](mailto:gosnadzor37@gmail.com)

### **History of the development of Russian legislation on administrative liability for violations in the field of fire safety**

**Abstract.** Administrative responsibility for the violation of fire safety legislation has a relatively recent history. In the domestic legislation at the all-Russian level, it began to be formed over 75 years ago, beginning in 1942. At the same time, the development of the legislation under consideration can not be characterized as an inextricable process of continuous use of the trial and error method. The history of domestic legislation on administrative responsibility in the field of fire safety has a clearly defined line of development, taking into account the positive dynamics of the country's development. Changes in the legislation that characterized and characterize the evolutionary, progressive development of questions of law enforcement practice in cases of administrative violations in the field of fire safety predetermined a new face of the activities of the supervisory bodies of the Ministry of Emergencies of Russia. In addition, based on the principle of presumption of good faith, and also considering the theory of similarity, we assume that legislation that provides administrative responsibility for violating the law in the field of fire safety may undergo a change. Possible ways of development of administrative law in this area may be the

exclusion of cases of bringing to administrative responsibility the executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation in the absence of budgetary financing.

**Keywords:** administrative offense, administrative responsibility, administrative punishment, law enforcement practice.

## REFERENCES

1. Kodeks RSFSR ob administrativnyh pravonarushenijah: utv. VS RSFSR 20.06.1984 // Vedomosti Verhovnogo Soveta RSFSR. 1984. № 27. St. 909. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus».

2. Kommentarij k Kodeksu RSFSR ob administrativnyh pravonarushenijah. 5-e izd. / Pod red. I.I. Veremeenko, N.G. Salishhevoj, M.S. Studenikinoj. M.: Prospekt, 2001. 944 s.

3. *Zherebcov A.N., Mahina S.N., Pomogalova Ju.V.* Kommentarij k glave 27 «Primenenie mer obespechenija proizvodstva po delam ob administrativnyh pravonarushenijah» Kodeksa Rossijskoj Federacii ob administrativnyh pravonarushenijah ot 30 dekabrja 2001 № 195-FZ. M.: ZAO Justicinform, 2015. 296 s.

4. Kodeks Rossijskoj Federacii ob administrativnyh pravonarushenijah. Postatejnyj nauchno-praktičeskij kommentarij (pod obshh. red. d-ra jurid. nauk, professora B.V. Rossinskogo). «Bibliotechka RG», 2014.

5. *Konovalenko E.P., Lazarev A.A., Mochalov A.M.* Administrativno-jurisdikcionnaja dejatel'nost' nadzornyh organov MChS Rossii: jelektronnoe uchebnoe posobie. Ivanovo: IP-SA GPS MChS Rossii, 2016. [Intranet po adresu: 10.46.0.45].

6. *Anikeenko Ju.B., Bozrov V.M., Novoselova V.M.* Administrativno-deliktnoe pravo: uchebnoe posobie. Moskva: Jurlitinform, 2014. 213 s.

7. Administrativnoe pravo Rossii: uchebnik / *V. Ja. Kikot'* [i dr.]. M.: Juniti–Dana, 2015. 759 s.

8. Administrativnoe pravo Rossijskoj Federacii: uchebnik / *A. V. Melehin* [i dr.]. M.: Justicija, 2016. 615 s.

9. Kodeks RF ob administrativnyh pravonarushenijah: feder. zakon ot 30.12.2001 № 195-FZ // Spravočno-pravovaja sistema «Konsul'tantPljus».

10. *Rossinskij B. V., Starilov Ju. N.* Administrativnoe pravo: uchebnik. M.: Norma: Infra–M, 2015. 575 s.

11. *Tihomirova L.A.* Osobennosti realizacii otdel'nyh polozhenij KoAP RF i nekotorye problemy pravoprimenenija – Special'no dlja sistemy GARANT, 2018.

12. Protokol zasedanija proektnogo komiteta po osnovnomu napravleniju strategicheskogo razvitija «Reforma kontrol'noj i nadzornoj dejatel'nosti» ot 21 fevralja 2017 g. № 13(2).

*Рецензент: заведующий кафедрой, доктор исторических наук, профессор Ю. А. Иванов (Шуйский филиал ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»)*

**УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

УДК 330.567.2; 330.567.28

**Ледяйкина Ирина Ивановна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат экономических наук

E-mail: [ledyaykinai@mail.ru](mailto:ledyaykinai@mail.ru)

**Берендеева Алла Борисовна**

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Россия, Иваново

Профессор

Доктор экономических наук

Профессор

E-mail: [abab60@mail.ru](mailto:abab60@mail.ru)

SPIN-код автора: 249963

**Экономическая безопасность личности**

**Аннотация.** В настоящее время, в условиях перехода российской экономики на рыночный путь развития, с вовлечением в товарно-денежные отношения все новых объектов и возрастанием роли денег, анализ проблем, связанных с обеспечением экономической безопасности личности, приобретает особое значение.

Экономическая безопасность личности является неотъемлемым элементом экономической безопасности домашних хозяйств, входят в систему национальной экономической безопасности, наряду с экономической безопасностью регионов и экономической безопасностью предприятий и организаций.

В научной литературе экономическая безопасность страны трактуется как форма, способ и результат постоянного разрешения и воспроизведения противоречия между защищенностью и незащищенностью экономики страны в пользу ее защищенности; степень и мера этой защищенности является базисным условием устойчивого и независимого развития национальной экономики.

Экономическая безопасность личности (ЭБЛ) характеризуется состоянием, при котором гарантированы условия защиты жизненных интересов, обеспечивается система социального развития и социальной защищенности личности.

В статье приведена авторская классификация основных «составляющих» экономической безопасности личности: экологическая безопасность личности, финансовая безопасность личности (с выделением разновидностей), безопасность личности как потребителя благ и услуг, транспортная безопасность личности, информационная безопасность личности, обеспечение безопасности «нажитого», с рассмотрением возможных угроз и рисков ЭБЛ.

Подчеркивается, что активную роль в обеспечении личной экономической безопасности должен играть сам человек; основными направлениями его усилий в настоящее время становятся: управление собственной экономической безопасностью и инвестиции в личную экономическую безопасность.

Проведен анализ воспроизводства человеческого потенциала в Российской Федерации и в Ивановской области за 2016 год.

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы «Укрепление экономической безопасности домашних хозяйств региона».

**Ключевые слова:** экономическая безопасность личности, экологическая безопасность личности, финансовая безопасность личности, безопасность личности как потребителя благ и услуг, транспортная безопасность личности, информационная безопасность личности, безопасность «нажитого», угрозы и риски экономической безопасности личности, укрепление экономической безопасности личности, управление собственной экономической безопасностью, инвестиции в личную экономическую безопасность.

В условиях перехода российской экономики на рыночный тип хозяйствования, сопровождающийся вовлечением в товарно-денежные отношения все новых объектов и возрастанием роли денег, вопросы обеспечения экономической безопасности личности становятся как никогда актуальными.

Проблематике экономической безопасности личности посвящены научные труды российских ученых: Гончаренко Л.П. [1], Казадаева Н.А. [2], Мигулова Ф.К. [3], Никитина Д.А. [4], Торгай Н.З. [5].

*Экономическая безопасность личности* (ЭБЛ) характеризуется состоянием, при котором гарантированы условия защиты жизненных интересов, обеспечивается система социального развития и социальной защищенности личности [6].

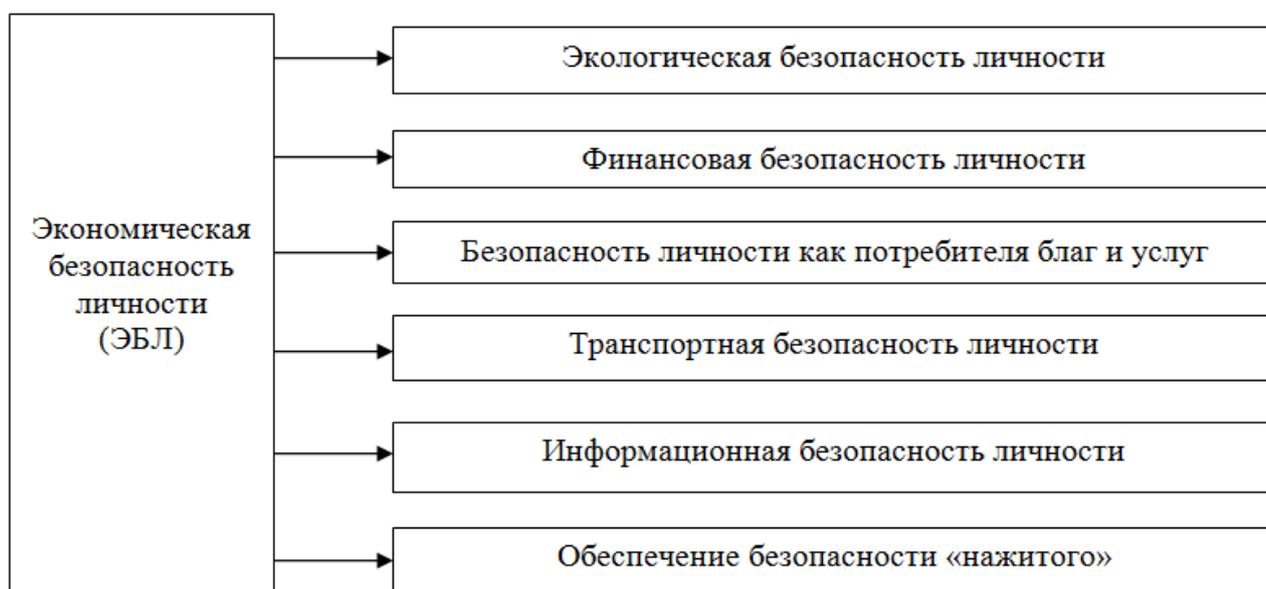
Субъектами обеспечения и укрепления экономической безопасности личности выступают: государство (в лице органов государственной власти федерального и регионального уровней), органы местного самоуправления муниципальных образований;

организации (учреждения, предприятия, фирмы), сам человек.

Активную роль в обеспечении личной экономической безопасности должен играть сам человек. Основными направлениями его усилий в настоящее время становятся:

- управление собственной экономической безопасностью;
- инвестиции в личную экономическую безопасность.

Экономическая безопасность личности имеет сложную структуру и представлена на рисунке.



**Рисунок.** Классификация видов экономической безопасности личности

В свою очередь, например, в рамках финансовой безопасности человека можно выделить такие ее составляющие, как состояние личного бюджета, наличие постоянного места работы, оплата труда, налоги на доходы и имущество физических лиц, оплата жилищно-коммунальных услуг, кредитные обязательства (в т.ч. ипотечный кредит), обеспечение в пенсионный период, наличие объектов собственности, приносящих доход.

В теории экономической безопасности используются следующие основные понятия: «опасность», «угроза», «риск», «ущерб». Но наиболее часто употребляемыми терминами являются «угроза» и «риск».

*Угроза* – совокупность условий и факторов, создающих опасность для реализации экономических интересов; наиболее конкретная и непосредственная форма опасности.

*Риск* – это одна из характеристик угрозы, или, более точно, это характеристика реальности угрозы [7].

**Таблица 1. Угрозы и риски различным видам экономической безопасности личности**

Виды ЭБЛ	Экономические понятия	Угрозы и риски ЭБЛ
<i>1. Экологическая</i>	Экологическая проблема, экологическая политика, охрана окружающей среды и здоровья населения	Полная или частичная потеря трудоспособности человеком в результате воздействия вредных, неблагоприятных экологических факторов
<i>2. Финансовая:</i>		
2.1. Состояние личного бюджета	Доходная и расходная части бюджета, профицит или дефицит бюджета	Дефицит личного бюджета
2.2. Наличие постоянного места работы	Трудовая занятость, постоянный доход	Высокий уровень безработицы в стране, регионе, городе; угроза потерять работу
2.3. Оплата труда	Заработная плата, номинальная и реальная заработная плата	Несвоевременная выплата заработной платы; «серая» заработная плата («в конвертах»), сокращение перечислений работодателями в социальные фон-

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

<b>Виды ЭБЛ</b>	<b>Экономические понятия</b>	<b>Угрозы и риски ЭБЛ</b>
		ды (ПФ, ФОМС, ФСС)
2.4. Налоги на доходы, имущество физических лиц	Налоги, налоговая нагрузка	Высокий уровень налогообложения
2.5. Оплата жилищно-коммунальных услуг	Обязательства, финансовые обязательства	Высокая доля коммунальных платежей в совокупном доходе человека
2.6. Кредитные обязательства, в т.ч. ипотечный кредит	Финансовые обязательства	Неспособность заемщика возвращать основной долг и проценты по кредиту, как правило, по причине сокращения или потери дохода
2.7. Обеспечение в пенсионный период [8]	Пенсионное обеспечение, социальное обеспечение	Низкий размер пенсий, при отсутствии источников дополнительного дохода
2.8. Наличие объектов собственности	Собственность, собственник, бремя содержания собственности, доходы от собственности (арендная плата)	Бремя содержания собственности, вместе с тем, «смягчение» нагрузки на личный бюджет, источник дополнительного дохода
3. <i>Безопасность личности как потребителя благ и услуг</i>	Потребитель, полезность, товары (блага), услуги	Высокие цены на товары и услуги; высокий уровень инфляции; низкое качество товаров и услуг; высокая доля в потреблении товаров-суррогатов (особенно продовольствия); «маркетинговые уловки»; в результате - снижение реальных доходов и качества жизни человека
4. <i>Транспортная безопасность личности</i>	Транспорт как отрасль производства, личный транспорт	Пострадать или погибнуть в ДТП; затраты на восстановление

Виды ЭБЛ	Экономические понятия	Угрозы и риски ЭБЛ
	порт	ние транспортного средства как объекта собственности <sup>1</sup>
<i>5. Информационная безопасность личности</i>	Информация	Кибер-преступления (например, мошенничество с электронными платежными картами)
<i>6. Обеспечение безопасности «нажитого»</i>	Личные сбережения, объекты собственности	Обесценение личных сбережений в результате высоких темпов инфляции; потеря части или полной стоимости объекта собственности в результате износа или ЧС

Экономическая безопасность личности теснейшим образом связана с экономической безопасностью региона проживания. Региональная экономическая безопасность рассматривается как совокупность ключевых блоков (их 6), которые оцениваются с помощью индикативных показателей и показателей мониторинга экономической безопасности региона *в периоды обострения кризисных ситуаций*:

- показатели производственной безопасности;
- показатели внешнеэкономической безопасности;
- показатели финансовой безопасности;
- показатели энергетической безопасности;
- показатели уровня жизни и рынка труда;
- социальные показатели.

Таким образом, проведенный анализ показал, что по основным социальным показателям, приведенным в таблице, Ивановская область отстает от среднероссийских значений. По показателю потребительских расходов в среднем на душу населения мы находимся на 62 месте в Российской Федерации.

<sup>1</sup> По мнению зарубежных исследователей, самый опасный транспорт в мире – автомобильный. Так, в расчете на 1 млрд. пассажиро-км, на железнодорожном транспорте в катастрофах гибнет 2 человека, на воздушном – 6, на автомобильном – 20 [7].

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

**Таблица 2. Некоторые основные социально-экономические показатели Российской Федерации и Ивановской области за 2016 год [9]**

№ п/п	Показатели	РФ	Ивановская область	Отклонение регионального показателя от показателя РФ
1	Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб.	30744	23679	- 7065
2	Потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), руб.	22468	15876 (62 место в РФ)	- 6592
3	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.	36709	22144	- 14565
4	Величина прожиточного минимума (в месяц), руб. («все население», IV квартал 2016 г.)	9691	9373	- 318
5	Удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг в общей сумме потребительских расходов, %	10,1	10,9	0,8

**Таблица 3. Оценки воспроизводства человеческого потенциала в Российской Федерации и в Ивановской области за 2016 год**

№ п/п	Показатели	Предельно критическое (пороговое) значение [7]	Фактическое состояние, 2016 г. [9]		Соотношение фактического и предельно критического значений	
			РФ	Ивановская область	РФ	Ивановская область
1	Общий коэффициент рождаемости	22	12,9	10,9	0,59	0,50

# ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сетевое издание

ISSN: 2542-162X

<http://pab.edufire37.ru>

№ 1 (8) – 2018

	сти (число родившихся на 1000 чел. населения)					
2	Общий коэффициент смертности (число умерших на 1000 чел. населения)	12,5	12,9	16,1	1,03	1,29
3	Коэффициент естественного прироста населения (на 1000 чел. населения)	12,5	0,0	- 5,2	Естественного прироста населения нет	Естественная убыль населения
4	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (число лет)	78	71,87	70,77	0,92	0,91
5	Коэффициент фондов (раз) <sup>1</sup>	8	15,6	10,9	1,95	1,36
6	Коэффициент Джини <sup>2</sup>	0,3	0,412	0,363	1,37	1,21
7	Численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения)	7	13,4	14,9	1,91	2,13
8	Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП, пункты) <sup>3</sup>	0,800	0,778 (2013 г.)	-	В пределах нормы	-

<sup>1</sup> – Коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов): характеризует степень социального расслоения и определяется как соотношение между средними уровнями денежных доходов 10 % населения с самыми высокими доходами и 10 % населения с самыми низкими доходами.

<sup>2</sup> – Коэффициент Джини (индекс концентрации доходов): характеризует степень отклонения линии фактического распределения общего объема доходов от линии их равномерного распределения. Величина коэффициента может варьироваться от 0 до 1, при этом чем выше значение показателя, тем более равномерно распределены доходы.

<sup>3</sup> – Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) является одним из главных социальных показателей, оценивающих безопасность социальной сферы; суммарный показатель, определяющий средний уровень достижений страны (региона) по трем показателям: доход на душу населения, ожидаемая продолжительность жизни при рождении, сводный индекс образования (ожидаемая продолжительность обучения, средняя продолжительность обучения).

Таким образом, в Ивановской области в 2016 году фактические значения показателей, оценивающих воспроизводство человеческого потенциала, хуже пороговых значений:

область по-прежнему остается «вымирающим» регионом (естественная убыль населения составила – 5,2 чел. на 1000 чел. населения), численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума составила 14,9 % (при пороговом значении 7 %).

МЧС России 2018 год объявлен как «Год культуры безопасности». «Проведение Года культуры безопасности будет способствовать развитию у населения твердых теоретических знаний и практических навыков в области безопасности жизнедеятельности, а также получению специалистами всех органов государственной власти уникального опыта в вопросах защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» [10]. Необходимо отметить, что любые возникающие опасности имеют в конечном итоге экономическую оценку, а, значит, напрямую связаны с экономической безопасностью человека.

*Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы «Укрепление экономической безопасности домашних хозяйств региона».*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гончаренко Л.П.* Развитие методологии экономической безопасности личности: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 05.13.10 – управление в социальных и экономических системах. М., 1999. 37 с.
2. *Казадаев Н.А.* Экономическая безопасность как интегрированная потребность общества: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.01 – экономическая теория, 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством (экономическая безопасность). Тамбов, 2008. 26 с.
3. *Мигулов Ф.К.* Безопасность личности в современной России: социально-институциональный анализ: дис. ... д-ра социол. наук: 22.00.04: утв. 18.06.04. М., 2004. 271 с.
4. *Никитин Д.А.* Конституционно-правовые основы безопасности личности в Российской Федерации: автореф. дис.... канд. юрид. наук: 12.00.02 – конституционное право; муниципальное право. Самара, 2005. 24 с.
5. *Торгай Н.З.* Экономическая безопасность домашних хозяйств в условиях транзитивной экономики: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.01 – экономическая теория. Челябинск, 2010. 28 с.
6. *Гончаренко Л.П.* Управление безопасностью: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2010. 272 с.
7. *Уразгалиев В. Ш.* Экономическая безопасность: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2016. 374 с.
8. *Eldred, Gary W.* Value investing in real estate. Published by John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.
10. Официальный сайт МЧС России [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

## **Ledyaykina Irina Ivanovna**

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

## **Berendeeva Alla Borisovna**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University»,  
Russia, Ivanovo  
E-mail: [abab60@mail.ru](mailto:abab60@mail.ru)

### **Economic security of the person**

**Abstract.** At the present time, in the context of the transition of the Russian economy to the market path of development, involving all new objects in the commodity-money relations and the growing role of money, the analysis of problems related to ensuring the economic security of the individual acquires special significance.

The economic security of the individual is an integral element of the economic security of households, they are part of the system of national economic security, along with the economic security of the regions and the economic security of enterprises and organizations. In the scientific literature economic security of the country is treated as a form, method and result of constant resolution and reproduction of the contradiction between the security and insecurity of the country's economy in favor of its protection; the degree and measure of this security is a basic condition for the sustainable and independent development of the national economy. The economic security of the individual is characterized by a condition in which the conditions for protecting vital interests are guaranteed, a system of social development and social security of the individual is ensured.

The author's classification of the main «components» of a person's economic security is given in the article: environmental safety of a person, the financial security of a person (with the identification of varieties), the security of the individual as a consumer of goods and services, the transport security of the individual, the information security of the individual, ensuring the safety of «acquired», possible threats and risks of economic security of the individual.

It is emphasized that the person himself must play an active role in ensuring personal economic security; the main directions of his efforts at the moment are: managing their own economic security and investing in personal economic security.

The analysis of reproduction of human potential in the Russian Federation and in the Ivanovo region for 2016.

The article was prepared within the framework of the research work «Strengthening the economic security of households in the region».

**Keywords:** The economic security of a person, the ecological safety of a person, the financial security of a person, the safety of the individual as a consumer of goods and services, the transport security of the individual, the information security of the individual, threats and risks of the individual's economic security, strengthening the economic security of the individual, management of own economic security, investment in personal economic security.

## REFERENCES

1. *Goncharenko L.P.* Razvitie metodologii jekonomicheskoy bezopasnosti lichno-sti: avtoref. dis.... d-ra jekon. nauk: 05.13.10 – upravlenie v social'nyh i jekonomi-cheskih sistemah. M., 1999. 37 s.

2. *Kazadaev N.A.* Jekonomicheskaja bezopasnost' kak integrirovannaja potrebnost' obshhestva: avtoref. dis. kand. jekon. nauk: 08.00.01 – jekonomicheskaja teorija, 08.00.05 – jekonomika i upravlenie narodnym hozjajstvom (jekonomicheskaja bezopasnost'). Tambov, 2008. 26 s.

3. *Migulov F.K.* Bezopasnost' lichnosti v sovremennoj Rossii: social'no-institucional'nyj analiz: dis. ... d-ra sociol. nauk: 22.00.04: utv. 18.06.04. M., 2004. 271 s.

4. *Nikitin D.A.* Konstitucionno-pravovye osnovy bezopasnosti lichnosti v Rossijskoj Federacii: avtoref. dis.... kand. jurid. nauk: 12.00.02 – konstitucionnoe pravo; municipal'noe pravo. Samara, 2005. 24 s.

5. *Torgaj N.Z.* Jekonomicheskaja bezopasnost' domashnih hozjajstv v uslovijah tranzitivnoj jekonomiki: avtoref. dis.... kand. jekon. nauk: 08.00.01 – jekonomicheskaja teorija. Cheljabinsk, 2010. 28 s.

6. *Goncharenko L.P.* Upravlenie bezopasnost'ju: uchebnoe posobie. M.: KNORUS, 2010. 272 s.

7. *Urazgaliev V. Sh.* Jekonomicheskaja bezopasnost': uchebnik i praktikum dlja vuzov. M.: Jurajt, 2016. 374 s.

8. *Eldred, Gary W.* Value investing in real estate. Published by John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002.

9. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2017: Stat. sb. / Ros-stat. M., 2017. 1402 s.

10. Oficial'nyj sajt MChS Rossii [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

*Рецензент: доцент, кандидат экономических наук В. В. Солдатов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»)*

УДК 658.382

**Пушина Лада Юрьевна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат социологических наук

E-mail: [Bas2808@yandex.ru](mailto:Bas2808@yandex.ru)

SPIN-код автора 8770-8135

**Тихановская Людмила Борисовна**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Доцент

Кандидат технических наук

Доцент

E-mail: [ludmila.tihanovskaya@yandex.ru](mailto:ludmila.tihanovskaya@yandex.ru)

**Найденова Светлана Викторовна**  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново  
Старший преподаватель  
E-mail: [finogina71@mail.ru](mailto:finogina71@mail.ru)  
SPIN-код автора 4228-9870

## **Отношение населения Ивановской области к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности: результаты социологического исследования**

**Аннотация:** В статье впервые публикуются и анализируются некоторые результаты авторского социологического исследования, проведенного в 2017 году в Ивановской области. Целью исследования является совершенствование организации деятельности региональных и муниципальных органов власти по формированию культуры безопасности жизнедеятельности населения Ивановской области.

На основе данных массового опроса жителей региона выявляются факторы, обуславливающие их отношение (декларируемое и фактическое) к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности: пол, возраст, уровень и профиль образования, род деятельности, сфера занятости, принадлежность к той или иной категории работников, уровень материального достат-

ка. Раскрывается особая значимость фактора материальной обеспеченности. Делается вывод о том, что устойчивый позитивный результат усилия по формированию культуры безопасности жизнедеятельности дадут в том случае, если будет расти уровень жизни населения региона и, соответственно, возрастет стремление людей к обеспечению собственной безопасности.

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности; культура безопасности жизнедеятельности; население Ивановской области; социологическое исследование; респонденты.

В современных условиях, когда число природных, техногенных и прочих опасностей и угроз постоянно растет, подготовленность граждан в вопросах безопасной жизнедеятельности является залогом сохранения их жизни и здоровья. Недаром 2018 год в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) объявлен годом культуры безопасности. По словам главы ведомства В. А. Пучкова, воспитание культуры безопасности жизнедеятельности всего населения страны (как подрастающего поколения, так и взрослых людей) является приоритетным направлением в деятельности министерства [1].

Под культурой безопасности жизнедеятельности (КБЖ) специалисты понимают уровень (состояние) развития человека и общества, характеризуемый значимостью обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе личных и социальных ценностей, распространенностью стереотипов безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций, степенью практической защищенности от угроз и опасностей во всех сферах жизнедеятельности [2, С. 82].

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 [3].

Главной целью формирования КБЖ является достижение такого состояния людей, когда обеспечение безопасности жизнедеятельности становится их внутренней потребностью [2, С. 84]. Иначе говоря,

формирование культуры безопасности жизнедеятельности подразумевает воспитание *личности безопасного типа* [4], отличительными характеристиками которой, в числе прочего, являются:

- наличие ценностей и убеждений в жизненной важности обеспечения собственной безопасности и безопасности окружающих людей;
- наличие знаний, умений и навыков по обеспечению безопасности во всех сферах жизнедеятельности;
- развитие врожденных и формирование жизненно необходимых способностей, обеспечивающих возможность надежного предупреждения и защиты от внешних и внутренних угроз и опасностей;
- наличие мотивации к безопасной деятельности;
- соблюдение правил безопасного поведения в различных жизненных ситуациях [5, 6].

Для того чтобы эффективно планировать и корректировать деятельность по формированию КБЖ у жителей региона, необходимо знать, насколько они соответствуют описанным выше характеристикам [7]. Методом, с помощью которого можно установить это, является массовый социологический опрос.

В целях повышения эффективности деятельности региональных и местных органов власти по формированию культуры безопасности жизнедеятельности населения Ивановской области в мае-сентябре 2017 года по репрезентативной выборке нами был проведен массовый опрос жителей региона, который позволил, в числе прочего, выяснить, каково их отношение к проблеме формирования КБЖ.

Всего было опрошено 369 человек в возрасте 16 лет и старше, проживающих в различных населенных пунктах области (как в крупных городах – Иванове, Кинешме, Шуе, так и в сравнительно небольших муниципальных районах – Гаврилово-Посадском, Лежневском, Родниковском, Фурмановском), 38,1 % из которых составили мужчины, 61,9 % – женщины.

Опрос показал, что проблему формирования культуры безопасности жизнедеятельности признают безусловно важной 42,7 % жителей области; 36,4 % разделяют мнение о том, что это важная проблема, но не первостепенная, и в нашем обществе есть проблемы более значимые; 3,7 % полагают, что эта проблема не принадлежит к числу важных; 17,3 % не сформировали собственной позиции по данному вопросу.

Отношение к проблеме формирования КБЖ имеет очевидную гендерную специфику: более половины женщин, участвовавших в опросе (53,1 %), считают ее важной, большая часть респондентов-мужчин (49,6 %) полагает, что в российском обществе есть более значимые проблемы (табл. 1).

*Таблица 1. Отношение респондентов к проблеме формирования КБЖ в зависимости от пола, % (n=369 ч.)*

Относится ли проблема формирования КБЖ к числу важных?	пол	
	мужской	женский
Это безусловно важная проблема	39,4	53,1
Это важная проблема, но есть и более значимые	49,6	36,0
Эта проблема не является важной	3,9	4,3
Затрудняюсь ответить	7,1	6,6
Всего	100	100

Как видно из табл. 2, значимость проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности в глазах респондентов возрастает по мере их взросления.

*Таблица 2. Отношение респондентов к проблеме формирования КБЖ в зависимости от возраста, % (n=369 ч.)*

Возраст	Относится ли проблема формирования КБЖ к числу важных?				Всего
	безусловно	это важная проблема, но есть и более значимые	нет	затрудняюсь ответить	
16-29	46,0	46,0	4,8	3,2	100,0
30-59	48,9	40,3	4,5	6,3	100,0
старше 60	51,3	28,2		20,5	100,0

Отношение к проблеме формирования КБЖ сопрягается с образовательным уровнем респондентов. Так, 52,2 % участников исследования, у которых соответствующий вопрос вызвал затруднения, имеют средне-специальное обра-

зование, 30,4 % – общее среднее образование; среди опрошенных, которые не признают значимости данной проблемы, большинство (71,4 %) составляют опять-таки лица, получившие общее среднее и средне-специальное образование. И напротив: среди респондентов, считающих данную проблему безусловно важной, большую часть составляют лица, имеющие высшее образование (в общей сложности 34,5 %).

Несомненно позитивным является тот факт, что значимость проблемы формирования КБЖ признает большинство руководящих работников (табл. 3).

*Таблица 3. Отношение респондентов к проблеме формирования КБЖ в зависимости от принадлежности к той или иной категории работников, % (n=369 ч.)*

Категория работников	Относится ли проблема формирования КБЖ к числу важных?				Всего
	безусловно	это важная проблема, но есть и более значимые	нет	затрудняюсь ответить	
рядовой работник	45,2	40,6	4,1	10,0	100,0
руководитель структурного подразделения	54,0	46,0			100,0
руководитель организации	55,0	40,0	5,0		100,0

Интересно, что оценка значимости проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности соотносится с уровнем материальной обеспеченности респондентов: считает ее важной большинство участников опроса, отнесших себя к числу весьма обеспеченных; не склонны признавать ее значимости в основном граждане, живущие, по их собственной оценке, за чертой бедности (табл. 4).

**Таблица 4. Отношение респондентов к проблеме формирования КБЖ в зависимости от уровня материальной 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	затрудняюсь ответить	
весьма обеспеченный	62,5	31,3		6,3	100,0
средний достаток	46,0	46,0	2,1	5,9	100,0
низкий достаток	52,2	36,3	6,2	5,3	100,0
живу за чертой бедности	26,7	33,3	13,3	26,7	100,0

Согласно данным опроса, более четверти его участников (28,7 %) считают проблему формирования КБЖ важной не только на словах, но и на деле: на вопрос о том, оценивают ли они собственное поведение в повседневной жизни с точки зрения безопасности, эти респонденты сообщили, что делают это постоянно. 43,8 % респондентов в ответ на данный вопрос заявили, что скорее оценивают, чем не оценивают; 20,9 % – что скорее не оценивают; 4,9 % сознались, что никогда этого не делают; 1,7 % уклонились от ответа.

Данные опроса позволяют утверждать, что в действительности женщины более беспечны в вопросах безопасности, нежели мужчины (табл. 5).

**Таблица 5. Оценка респондентами своего поведения с точки зрения безопасности в зависимости от пола, % (n=369 ч.)**

Оцениваете ли свое поведение с точки зрения безопасности?	пол	
	муж	жен
да, постоянно	37,2	23,7
скорее да, чем нет	40,3	46,9
скорее нет, чем да	14,0	25,6
нет, никогда	8,5	3,8
всего	100	100

Чем старше респонденты, тем более внимательно они подходят к оценке своего поведения с позиций безопасности (табл. 6).

**Таблица 6. Оценка респондентами своего поведения с точки зрения безопасности в зависимости от возраста, % (n=369 ч.)**

Возраст	Оцениваете ли свое поведение с точки зрения безопасности?				Всего
	да, постоянно	скорее да, чем нет	скорее нет, чем да	нет, никогда	
16-29	18,5	44,4	29,8	7,3	100,0
30-59	32,8	45,8	17,5	4,0	100,0
старше 60	45,0	37,5	10,0	7,5	100,0

Больше всего тех, кто постоянно оценивает собственное поведение с позиций безопасности, оказалось среди лиц, имеющих военное образование (50 %), а также среди сотрудников силовых ведомств – армии, МВД, ФСБ и пр. (61,9 %); в этих категориях респондентов отсутствуют такие, кто никогда не дает соответствующей оценки своему поведению.

Среди представителей различных категорий работников наиболее ответственно к оценке своего поведения с позиций безопасности подходят руководители структурных подразделений (табл. 7).

**Таблица 7. Оценка респондентами своего поведения с точки зрения безопасности в зависимости от принадлежности к той или иной категории работников, % (n=369 ч.)**

Категория работников	Оцениваете ли свое поведение с точки зрения безопасности?				Всего
	да, постоянно	скорее да, чем нет	скорее нет, чем да	нет, никогда	
рядовой работник	26,8	40,9	26,4	6,0	100,0
руководитель структурного подразделения	41,3	52,4	3,2	3,2	100,0
руководитель организации	35,0	50,0	15,0		100,0

Таких, кто оценивал бы свое поведение с точки зрения безопасности постоянно, совсем нет среди безработных; и наоборот: доля тех, кто не делает этого никогда, особенно велика именно среди безработных (28,6 %) и живущих за чертой бедности (33,3 %). В других категориях респондентов она не превышает 7,7 %.

На основании приведенных выше и иных данных нашего исследования можно констатировать, что отношение жителей региона к проблеме формирования культуры безопасности жизнедеятельности определяется следующими факторами.

1) Гендерной принадлежностью: мужчины, хотя на словах они реже, чем женщины, признают проблему формирования КБЖ значимой, фактически относятся к проблемам безопасности более ответственно; к тому же они владеют соответствующими знаниями и навыками в целом лучше, чем женщины, что обусловлено, по-видимому, прохождением многими из них службы в рядах Вооруженных Сил. (Эти данные согласуются с данными исследований, проведенных ранее [8].)

2) Возрастом: с одной стороны, чем старше респонденты, тем больше внимания они уделяют вопросам безопасной жизнедеятельности, с другой, – респонденты из старшей возрастной группы в большей степени, нежели представители других возрастных когорт, ощущают недостаток обучающей информации по вопросам безопасности жизнедеятельности, и именно они в случае ЧС, скорее всего, предпримут неправильные действия. (Данный вывод также подтверждается результатами исследований, предпринятых нами ранее [9].)

3) Уровнем и профилем образования: более ответственное отношение к вопросам безопасности и большая осведомленность в них свойственны наиболее образованным и, прежде всего, тем, кто получил военное и медицинское образование.

4) Родом деятельности: наиболее легкомысленное отношение к вопросам безопасности и самый низкий уровень подготовленности в соответствующей сфере выказали неработающие граждане (Опять-таки данные более ранних исследований подтверждают этот вывод [10]).

5) Сферой занятости:

– наиболее серьезный подход и наилучшую подготовленность в вопросах безопасной жизнедеятельности, что естественно, демонстрируют сотрудники МЧС России и силовых структур (армии, МВД, ФСБ и пр.), а также работники

здравоохранения, служащие сферы государственного и муниципального управления, которые в соответствии с требованиями законодательства регулярно проходят переподготовку и участвуют в тренировках и учениях по гражданской обороне (ГО);

– самый низкий уровень подготовленности отмечается у работников сельского хозяйства; низкий уровень подготовленности в некоторых аспектах безопасной жизнедеятельности присущ также работникам торговли и учреждений культуры, что не может не вызывать тревоги, поскольку работники этих сфер трудятся в местах массового пребывания людей.

6) Принадлежностью к той или иной категории работников: наибольшая ответственность и осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности присуща руководителям структурных подразделений.

7) Уровнем материальной обеспеченности: чем он выше, тем серьезнее отношение к проблемам безопасности и выше информированность в вопросах безопасной жизнедеятельности.

Как показало исследование, наиболее обеспеченные респонденты чаще других склонны считать проблему формирования культуры безопасности жизнедеятельности важной. А большая часть респондентов, живущих, по их собственной оценке, за чертой бедности, не только не признает данную проблему значимой, но и проявляет в вопросах обеспечения безопасности большие, нежели другие категории опрошенных, безразличие и пассивность. В частности, наименее обеспеченные участники опроса не выказывают интереса к разного рода обучающим материалам по вопросам безопасности жизнедеятельности, не стремятся участвовать в соответствующих мероприятиях.

Подобное безразличие к проблемам безопасности со стороны малоимущих граждан можно объяснить по-разному. С одной стороны, можно предположить, что они в принципе более пассивны, чем обеспеченные, и именно поэтому живут «за чертой бедности». С другой, – причина описанной ситуации может заключаться в том, что эти люди сконцентрированы на решении более значимых для них сиюминутных задач, и на фоне их каждодневных забот «о хлебе насущном» могущие возникнуть в перспективе чрезвычайные ситуации, вызванные природными катаклизмами, техногенными факторами или военными конфликтами, представляются им слишком маловероятными и имеющими мало отношения к реальной жизни.

Как бы то ни было, данные исследования свидетельствуют 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. Устойчивый позитивный результат усилия по формированию КБЖ дадут только в том случае, если по мере роста материального благосостояния людей возрастет их стремление к обеспечению собственной безопасности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пучков В.А.* 2018 год пройдет в МЧС России как Год культуры безопасности населения // Официальный сайт МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/33345616> (дата обращения: 20.10.2017).
2. *Воробьев Ю. Л., Пучков В. А., Дурнев Р. А.* Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. М.: Деловой экспресс, 2006. 316 с.
3. *Твердохлебов Н.* Как сформировать культуру безопасности жизнедеятельности. URL: <http://gz.mchsmedia.ru/edition/52496/document1511675/> (дата обращения: 25.03.2017).
4. 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* [и др.] – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 134 с.
5. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности: монография / под общ. ред. П.А. Попова. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 272 с.
6. *Пушина Л. Ю.* Культура безопасности жизнедеятельности личности: определяющие элементы // Пожарная и аварийная безопасность объектов защиты: интернет-журнал. 2016. № 3. URL: <http://pab.edufire37.ru/kultura-bezopasnosti-zhiznedeyateln> (дата обращения: 20.02.2017).
7. *Пушина Л. Ю., Манукян Н. А.* Подготовка населения в области гражданской защиты как аспект формирования культуры безопасности жизнедеятельности // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сборник научных трудов. Вып. 4. Иваново, 2017. С. 93-100.
8. *Аймалетдинов Т. А., Жукова Н. Е.* Формирование культуры безопасности в условиях институционального развития системы здравоохранения и социального обслуживания: гендерный аспект // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2014. № 6 (124). С. 135–140.

9. *Пушина В. Н., Пушина Л. Ю.* Формирование культуры безопасности жизнедеятельности как проблема социальной работы // Специфика профессиональной деятельности социальных работников: К 100-летию Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского. Н. Новгород: изд-во НИСОЦ, 2015. С. 513-517.

10. *Пушина Л. Ю., Сакулина С. В.* Формирование культуры безопасности жизнедеятельности: проблемы и задачи // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны, Иваново, 24–25 ноября 2016 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. С. 694-696.

## **Pushina Lada Jur'evna**

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

## **Tihanovskaja Ljudmila Borisovna**

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

## **Najdenova Svetlana Viktorovna**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [finogina71@mail.ru](mailto:finogina71@mail.ru)

### **The attitude of the population of the Ivanovo region to the problem of the formation of a culture of life safety: the results of a sociological survey; respondents**

**Abstract.** This article was first published and discusses some results of author's sociological research held in 2017 in the Ivanovo region. The aim of the study is to improve the organization of regional and municipal authorities to form a culture of life safety of the population of the Ivanovo region.

On the basis of data of mass survey of inhabitants of the region the factors causing their relation (declared and actual) to a problem of formation of culture of safety of activity are revealed: gender, age, level and profile of education, occupation, employment, belonging to a particular category of workers, the level of material wealth. The special significance of the material security factor is revealed. It is concluded that the sustainable positive result of efforts to create a culture of life safety will be given if the living standards of the population of the region grow and, accordingly, the desire of people to ensure their own security increases.

**Keywords:** life safety; culture of life safety; the population of the Ivanovo region; sociological research; respondents.

## REFERENCES

1. *Puchkov V.A.* 2018 god projdjot v MChS Rossii kak God kul'tury bezopasnosti naselenija // Oficial'nyj sajt MChS Rossii. URL: <http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/33345616> (data obrashhenija: 20.10.2017).
2. *Vorob'ev Ju. L., Puchkov V. A., Durnev R. A.* Osnovy formirovanija kul'tury bezopasnosti zhiznedejatel'nosti naselenija. M.: Delovoj jekspress, 2006. 316 s.
3. *Tverdohlebov N.* Kak sformirovat' kul'turu bezopasnosti zhiznedejatel'no-sti. URL: <http://gz.mchsmedia.ru/edition/52496/document1511675/> (data obrashhenija: 25.03.2017).
4. Metodicheskie rekomendacii dlja specialistov organov ispolnitel'noj vlasti sub#ektov Rossijskoj Federacii po formirovaniju kul'tury bezopasnosti zhiznedejatel'nosti sredi naselenija s ispol'zovaniem sredstv massovoj informa-cii // *A. V. Alymov [i dr.]* – M.: FGBU VNII GOChS (FC), 2013. 134 s.
5. Informacionno-kommunikacionnye tehnologii obespechenija bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: monografija / pod obshh. red. P.A. Popova. M.: FGU VNII GOChS (FC), 2009. 272 s.
6. *Pushina L. Ju.* Kul'tura bezopasnosti zhiznedejatel'nosti lichnosti: oprede-ljajushhie jelementy // Pozharnaja i avarijnaja bezopasnost' ob#ektov zashhity: internet-zhurnal. 2016. № 3. URL: <http://pab.edufire37.ru/kultura-bezopasnosti-zhiznedeyateln> (data obrashhenija: 20.02.2017).
7. *Pushina L. Ju, Manukjan N. A.* Podgotovka naselenija v oblasti grazhdanskoj zashhity kak aspekt formirovanija kul'tury bezopasnosti zhiznedejatel'nosti // Teo-rija i praktika tehnic-eskih, organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh re-shenij: sbornik nauchnyh trudov. Vyp. 4. Ivanovo, 2017. S. 93 100.
8. *Ajmaletdinov T. A., Zhukova N. E.* Formirovanie kul'tury bezopasnosti v uslovijah institu-cional'nogo razvitija sistemy zdavoohranenija i social'nogo ob-sluzhivanija: gendernyj aspekt // Monitoring obshhestvennogo mneniya: jekonomicheskie i social'nye peremeny. 2014. № 6 (124). S. 135–140.
9. *Pushina V. N., Pushina L. Ju.* Formirovanie kul'tury bezopasnosti zhizne-dejatel'nosti kak problema social'noj raboty // Specifika professional'noj deja-tel'nosti social'nyh rabotnikov: K 100-letiju Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. N. Novgorod: izd-vo NISOC, 2015. S. 513 517.
10. *Pushina L. Ju, Sakulina S. V.* Formirovanie kul'tury bezopasnosti zhiz-nedejatel'nosti: problemy i zadachi // Pozharnaja i avarijnaja bezopasnost': sbornik materialov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj Go-du pozharnoj ohrany, Ivanovo, 24–25 nojabrja 2016 g. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaja pozharno-spasatel'naja akademija GPS MChS Rossii, 2016. S. 694 696.

*Рецензент: доцент, кандидат психологических наук И. Н. Кулеишова (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»)*

**НАУЧНЫЙ ДЕБЮТ**

**(статьи членов научного общества обучающихся)**

УДК 502.51(282.02):556.3(043.2)

**Бубнов Андрей Германович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Профессор

Доктор химических наук

Доцент

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=143820](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=143820)

E-mail: [bubag@mail.ru](mailto:bubag@mail.ru)

**Буймова Светлана Александровна**

ФГБОУ ВО «Ивановский химико-технологический университет», Россия, Иваново

Доцент

Кандидат химических наук

Доцент

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=182934](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=182934)

E-mail: [byumova@mail.ru](mailto:byumova@mail.ru)

**Курочкин Вадим Юрьевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Старший преподаватель

Кандидат технических наук

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=863518](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=863518)

E-mail: [vyk@mail.ru](mailto:vyk@mail.ru)

**Медведев Дмитрий Павлович**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Курсант

E-mail: [dima9129828@mail.ru](mailto:dima9129828@mail.ru)

**Моисеев Юрий Николаевич**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, Иваново

Начальник кафедры

[https://elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=884389](https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=884389)

E-mail: [fireman13@mail.ru](mailto:fireman13@mail.ru)

## **Мониторинг динамики показателей риска от употребления родниковых вод как резервных в случае чрезвычайных ситуаций на источниках централизованного водоснабжения**

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценок разнообразных рисков по двум разным подходам от употребления родниковой воды за период с 2003–2016 гг., отобранной из источников, расположенных на урбанизированной территории (города Иваново и Кохма). Проанализирована динамика полученных значений риска, а также проведено их сравнение. В статье были использованы нормативная для России методика оценки риска для здоровья населения Р 2.1.10.1920-04 и подход, предложенный Звягинцевой А.В. (Донецкий национальный технический университет). В процессе изучения динамики значений ущерба выяснилось, что в подходе Звягинцевой А.В. очевидно заложено стремление к Z-концепции (абсолютная безопасность), что считается устаревшим подходом, вследствие его неадекватности внутренним процессам техносферы и биосферы. Кроме того, в ходе анализа выяснилось, что при расчёте нижней границы возможного риска здоровью, её величина оказалась отрицательной – это невозможно, так как величина риска может находиться только в интервале от 0 до 1. Следовательно, не имеет смысла использовать подход учёных из Донецка для расчёта нижней границы риска применительно к родниковым водам.

**Ключевые слова:** мониторинг, родниковая вода, риск для здоровья, экологический риск, загрязняющее вещество, хроническое действие, динамика риска.

В случае аварии с выбросом АХОВ и поступлением их в окружающую среду к ликвидации последствий привлекаемыми аварийно-спасательными подразделениями применяются, как правило, растворы составов специальных поверхностно-активных веществ. Последние, даже при выполнении установленного порядка их использования и применения, в том или ином количестве могут поступать на поверхность земли, приводя к её дополнительному химическому загрязнению. Оно может распространяться различными путями загрязнения все элементы окружающей среды. Вне зависимости от путей миграции и трансформации загрязнению могут подвергаться поверхностные и грунтовые

воды, одним из индикаторов качества которых может являться и состояние родниковых вод вблизи места возможной аварии. Следовательно, проводя мониторинг качества родниковых вод, оценивая значения показателей риска, мы всегда можем определить аварийный вклад в указанные характеристики.

Отметим, что Всемирная организация здравоохранения (WHO) установила нормативы содержания более 100 химических соединений в питьевой воде, причём все эти соединения опасны для здоровья [1], в связи с этим очень важно проводить мониторинг каждого из них на соответствие предъявляемым требованиям. Причём вода относится к основным факторам, влияющим на здоровье людей, а отрицательное воздействие на организм человека могут оказывать не только вещества-поллютанты, но и вещества, содержащиеся в природных источниках воды, если их концентрация значительно выше или ниже содержания необходимого для нормальной жизнедеятельности человека [2], [3]. Во всем мире неудовлетворительное качество водоснабжения из распределительной сети, недостаточный санитарный контроль и гигиена считаются второй после плохого питания серьёзнейшей причиной потери потенциально здоровых лет жизни из-за смерти и болезни. Поэтому всё большая часть населения предпочитает употреблять в качестве альтернативного источника питьевой воды – родниковую воду (в т. ч. и в качестве резервного, на случай чрезвычайных ситуаций источника). Именно поэтому тема настоящей работы, несомненно, является актуальной.

Мониторинг за показателями риска проводился по трём источникам (два из них находятся в городе Иваново, один в городе Кохма) ежемесячно в течение 14 лет (2003–2016 гг.). Родник № 1 находится в г. Кохма. Он располагается на территории завышенного антропогенного воздействия (30 м от автодороги и 100 м от автозаправочной станции, в 60 -70 м от селитебной территории).

Родник № 2 находится в г. Иваново на пер. Челышева. Он располагается в зоне повышенного антропогенного влияния (550 м от автозаправочной станции, в 60 м от проезжей части и вблизи от мест несанкционированного хранения бытовых отходов в селитебной зоне).

Родник № 3 находится в г. Иваново, парк отдыха «Харинка». Он единственный из изучаемых объектов располагается в рекреационной зоне (пониженное воздействие). Источник располагается в 650 м от частного сектора и от ближайшей автодороги в 180 м.

В нашем случае исследуемые родники по фактору движения поступающей воды относятся к нисходящим, т.е. питающимся за счёт безнапорных вод.

Контроль качества родниковой воды осуществлялся по следующим показателям (на основании методик определения, принятых в системе Российской системы аккредитации аналитических лабораторий):

- обобщённые (ХПК, по перманганатной окисляемости), общая минерализация и жёсткость, содержание СПАВ);
- общее содержание металлов ( $Cu_{общ}$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$ ,  $Cr_{общ}$ );
- содержание анионов и катионов ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ).

Выбор контролируемых веществ в воде обусловлен санитарно-токсикологическим и органолептическим лимитирующим признаком вредности (ЛПВ), классом опасности, многократностью распространения веществ в естественных водах на территории РФ и веществами, привносимыми человеческим фактором (антропогенного происхождения).

Ввиду того, что гигиенических требований, предъявляемых к качеству родниковых вод, не существует, а население использует её для питья, то для оценки рисков от употребления родниковой воды несоответствующего качества были использованы предельно-допустимые концентрации в соответствии с [4].

В работе использовались нормативная в России методика оценки риска для здоровья населения Р 2.1.10.1920-04 [5] и методические подходы для оценки различных экологических рисков, предложенные Звягинцевой А.В. (доц. Донецкого национального технического университета) [6].

Сначала проводился расчёт риска ( $CR$ ) по [5] с использованием данных о величине среднесуточной дозы ( $CDI$ ) в течение жизни и значениях коэффициента опасности ( $HQ$ ) по формуле (1):

$$CR = CDI \cdot HQ. \quad (1)$$

Характеристика риска развития не канцерогенных эффектов осуществлялась путём сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности) проводилась по формуле (2):

$$HQ = AC \div RfC, \quad (2)$$

где:  $HQ$  – коэффициент опасности;

$AC$  – средняя концентрация, мг/л;

$RfC$  – референтная (безопасная) концентрация (принятая значению ПДК в соответствии СанПиН 2.1.4.1074-01 [4]), мг/л.

Среднесуточные дозы ( $CDI$ , мг/кг·сут.) поступления веществ в организм человека при употреблении питьевой воды рассчитываются по формуле (3):

$$CDI = \frac{Q \cdot IR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot K}, \quad (3)$$

где:  $Q$  – концентрация вещества в родниковой воде;  $IR$  – среднее ежедневное употребление питьевой воды [7];  $EF$  – частота воздействия;  $ED$  – длительность воздействия рассчитывается как разность средней продолжительности жизни в области и среднего возраста в области [8];  $BW$  – средний вес тела;  $AT$  – время усреднения;  $K$  – переводной коэффициент.

Риск развития длительной (хронической) интоксикации характеризует развитие у человека заболеваний органов дыхания, эндокринной системы, мочеполовых путей и др. В расчёте учитывались вещества с органолептическим и ЛПВ, а также соединения, обладающие канцерогенными свойствами, а именно  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Сu_{общ}$ .

Риск развития неблагоприятных органолептических эффектов (немедленного действия) характеризует возникновение неустойчивых отрицательных реакций организма на потреблённую питьевую воду. В расчётах учитывались вещества с органолептическим ЛПВ, а именно  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2+}$ ,  $NO_2^-$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$ . Для соединений кадмия ( $Cd^{2+}$ ) и свинца ( $Pb^{2+}$ ) значений максимально допустимой дозы и среднесуточной потребности не существует, т.к. присутствие этих металлов в организме человека не допустимо, поскольку они обладают канцерогенными свойствами и оказывают токсическое действие на организм.

Пожизненный индивидуальный риск смерти [5] от потребления взрослым человеком ( $LR$ ) родниковой воды рассчитывается по формуле (4):

$$LR = CDI \cdot SF, \quad (4)$$

где:  $CDI$  – рассчитанное по формуле (3) среднесуточное поступление, мг/кг·сут.;  $SF$  – фактор потенциала, (мг/кг·сут.)<sup>-1</sup>.  $SF_{Cd} = 0,38$  (мг/кг·сут.)<sup>-1</sup>,  $SF_{Pb}$

= 0,047 (мг/кг·сут.)<sup>-1</sup>. Итоговые результаты представлены в табл. 1 и рис. 1. Отметим, что большую часть результатов (табл. 1) исходя из критериев Эшби [9] можно отнести по удовлетворительности к низкому риску (риск приемлем без ограничений).

Таблица 1. Пожизненный индивидуальный риск от употребления родниковой воды

Me	Год												
	г. Иваново, парк отдыха «Харинка»												
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Pb	6,5 · 10 <sup>-6</sup>	7,3 · 10 <sup>-6</sup>	7,7 · 10 <sup>-6</sup>	2,2 · 10 <sup>-5</sup>	0	1,9 · 10 <sup>-6</sup>	1,5 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	1,4 · 10 <sup>-6</sup>	4,6 · 10 <sup>-6</sup>	6,5 · 10 <sup>-7</sup>
Cd	4,0 · 10 <sup>-6</sup>	3,8 · 10 <sup>-6</sup>	4,8 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	-	-	-	3,3 · 10 <sup>-6</sup>	2,5 · 10 <sup>-6</sup>	3,3 · 10 <sup>-7</sup>
г. Иваново (пер. Чельшева, район городского бассейна)													
Pb	6,4 · 10 <sup>-6</sup>	8,5 · 10 <sup>-6</sup>	7,3 · 10 <sup>-6</sup>	5,6 · 10 <sup>-6</sup>	5,6 · 10 <sup>-6</sup>	5,4 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	1,4 · 10 <sup>-6</sup>	4,0 · 10 <sup>-6</sup>	1,7 · 10 <sup>-6</sup>
Cd	2,5 · 10 <sup>-7</sup>	2,7 · 10 <sup>-6</sup>	2,9 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	-	-	-	3,3 · 10 <sup>-6</sup>	2,1 · 10 <sup>-6</sup>	5,4 · 10 <sup>-7</sup>
г. Кохма													
Pb	3,8 · 10 <sup>-6</sup>	6,6 · 10 <sup>-6</sup>	8,4 · 10 <sup>-6</sup>	1,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,2 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	0	2,7 · 10 <sup>-6</sup>	5,7 · 10 <sup>-6</sup>	2,1 · 10 <sup>-6</sup>
Cd	2,2 · 10 <sup>-6</sup>	3,8 · 10 <sup>-6</sup>	3,5 · 10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	-	-	-	1,6 · 10 <sup>-7</sup>	1,1 · 10 <sup>-6</sup>	3,3 · 10 <sup>-8</sup>
Примечание: «-» - исследование в данный период времени не проводилось													

По расчётным данным построен график, который изображён ниже (рис. 1) на примере родника № 3. Как видно из рис. 1, в целом пожизненный индивидуальный риск от употребления воды из данного источника находится на приемлемом уровне.

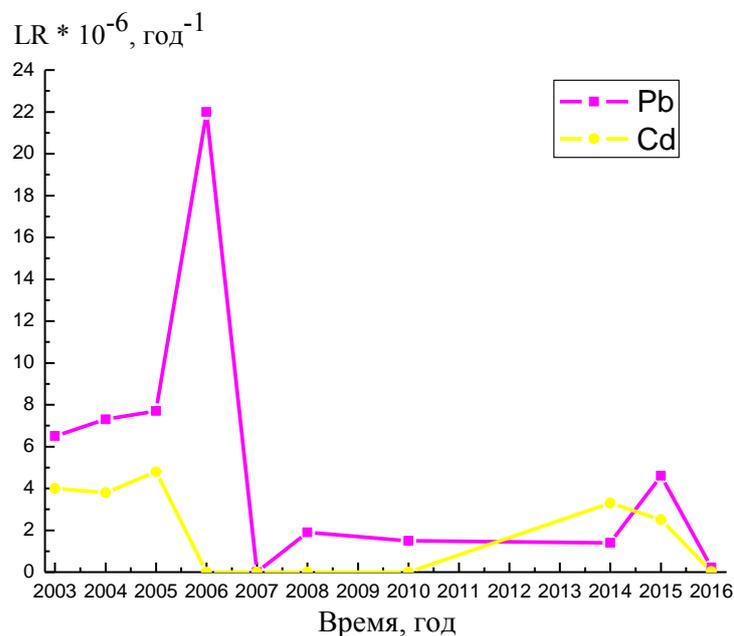


Рис. 1. Пожизненный индивидуальный риск от употребления воды из источника № 3

Далее проводился расчёт показателей риска здоровью населения по подходу [6]. Оценка риска выполняется с определения коэффициента опасности ( $HQ$ ) по формуле (5):

$$HQ = C / ПДК, \quad (5)$$

где:  $C$  – определяемая концентрация загрязняющего вещества, мг/л;  
 $ПДК$  – предельно-допустимое значение концентрации, мг/л.

Коэффициент опасности определяется для дальнейшего расчёта верхней и нижней границ риска.

Верхний предел возможного риска определяется по формуле (6):

$$R_+ = 1 - \exp^{-\alpha \cdot (HQ-1)^2}, \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{1}{(HQ_n - 1)^2} \cdot \ln \frac{1}{1 - R_{nn}}, \quad (7)$$

где:  $\alpha$  – постоянная, которая характеризует условную опасность, определяется по формуле (7);  $R_{nn}$  – нижняя граница опорного уровня риска, равная 0,05 при хроническом воздействии;

Нижний предел возможного риска определяется по формуле (8):

$$R_- = a \cdot HQ + b \cdot HQ^2, \quad (8)$$

где:  $a$  и  $b$  - константы, характеризующие специфику и меру опасности воздействия конкретного вредного вещества, которые определяются по формулам (9) и (10):

$$a = R_p - \frac{\frac{R_n}{HQ_n} - R_p}{HQ_n - 1}, \quad (9)$$

$$b = \frac{\frac{R_n}{HQ_n} - R_p}{HQ_n - 1}, \quad (10)$$

где:  $R_p$  – приемлемый риск, равный  $10^{-6}$ ;  $R_n$  – верхняя граница опорного уровня риска, равная 0,1 при хроническом воздействии;  $HQ_n$  – значение фактора неопределённости.

Значения риска рассчитываются здесь для наиболее уязвимой, средне уязвимой и наименее уязвимой групп населения. Величина фактора неопределённости для упомянутых групп различна:

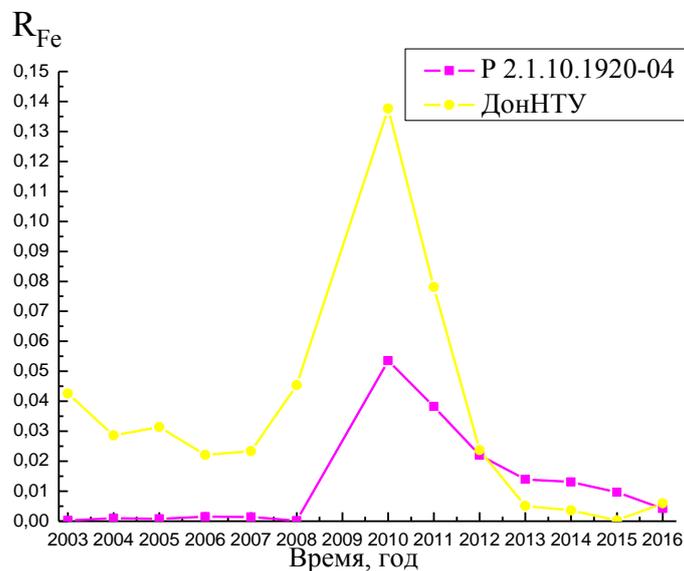
- для наиболее уязвимой группы  $HQ_n = 1$ ;
- для средне уязвимой группы  $HQ_n = 5$ ;
- для наименее уязвимой группы  $HQ_n = 10$  [10].

Результаты расчёта показателей риска для здоровья населения по [5] и [6], представлены в табл. 2 (на примере родника № 2 за 14 лет исследования (2003 и 2016 гг.)).

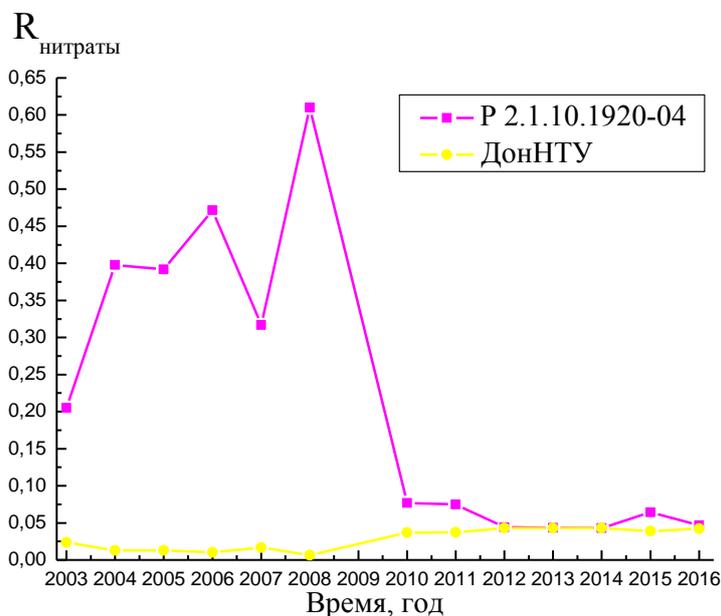
Таблица 2. Значения показателей риска рассчитанные по [5] и [6]

Поллютант	Р 2.1.10.1920-04		Подход ДонНТУ	
	2003	2016	2003	2016
$Fe_{общ}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	0,0042	0,043	0,0060
$Cu_{общ}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$1,81 \cdot 10^{-5}$	0,063	0,061
$Zn^{2+}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	0,0013	0,057	0,052
$Mn_{общ}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,022	0,029
СПАВ	0	0,0056	0,064	0,0092
ХПК	0,594	0,017	0,069	0,028
$Al^{3+}$	0	0	0,064	0,064
$Pb^{2+}$	$2,17 \cdot 10^{-5}$	$1,56 \cdot 10^{-6}$	0,045	0,059
$Ni^{2+}$	$4,23 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	0,049	0,032
$Cd^{2+}$	$1,51 \cdot 10^{-8}$	$7,14 \cdot 10^{-8}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$	0,058
$Ag^+$	$1,42 \cdot 10^{-6}$	0	0,060	0,064
$Cr_{общ}$	$6,05 \cdot 10^{-5}$	$4,08 \cdot 10^{-5}$	0,041	0,044
$NH_4^+$	0	0,0027	0,064	0,040
$NO_2^-$	$1,56 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,064	0,059
$NO_3^-$	0,205143	0,047	0,023	0,042
Сух.ост.	29,083	15,139	$5,23 \cdot 10^{-6}$	0,0049
Жёсткость	0,164	0,256	$5,8 \cdot 10^{-4}$	0,0011
$Cl^-$	0,430	0,684	0,040	0,035
$SO_4^{2-}$	0,304	0,344	0,047	0,046
$Na^+$	0,068	0,618	0,051	0,029
$K^+$	0,0089	0,015	0,054	0,052

Затем была проведена сравнительная характеристика двух подходов. Сравнение выполнено в программе пакета для анализа и подготовки высококачественных визуализаций «OriginPro» (<http://www.originlab.com/Origin>) на примере таких загрязняющих веществ, как  $NO_3^-$  и  $Fe_{общ}$ , которые расположены на рис. 2 и 3.



**Рис. 2.** Динамика величин риска употребления родниковой воды из источника №2 (на примере содержания  $Fe_{общ}$ )



**Рис. 3.** Динамика величин риска употребления родниковой воды из источника №2 (на примере содержания  $NO_3^-$ )

При анализе динамики рисков, выяснилось, что всплески обусловлены отсутствием данных в 2009 году и недостатка в 2008 и 2010 гг. К тому же обнаружилось, что у изучаемых методов различная чувствительность на воспроизведение поведения рисков.

В заключении можно сказать, что в целом оба применённых нами подхода применимы к расчёту показателей риска для здоровья населения при употреблении родниковой воды и, вероятно, методику ДонНГУ, можно применять для оценок экологических рисков. В ходе анализа выяснилось, что при расчёте нижней границы возможного риска здоровью, её величина оказалась отрицательной – это невозможно, так как величина риска может находиться только в интервале от 0 до 1. Следовательно, не имеет смысла использовать этот подход для расчёта нижней границы риска применительно к родниковым водам. Оказалось, что расчёт величины риска для наиболее уязвимой группы по [5] и [10] выполнить невозможно, так как при расчёте нижней границы возможного риска получается бесконечно большое значение и поэтому использование подхода предложенного в [6] для оценок риска здоровью детей и людей старшего поколения от перорального употребления родниковых вод нецелесообразно. Замечено, что у изучаемых методов различная восприимчивость к воспроизведению изменчивости рисков.

В процессе изучения динамики значений ущерба выяснилось, что в [6] заложено стремление к Z-концепции (абсолютная безопасность), что на сегодняшнее время считается устаревшим подходом, вследствие модернизации технологий и процессов на производстве, а также неадекватности внутренним процессам техносферы и биосферы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редникова Т.В. Состояние окружающей среды и здоровье человека // Сб. науч. тр. РАН ИНИОН. Центр социал. науч.-информ. Отд. правоведения «Охрана окружающей среды и качество жизни: правовые аспекты»; отв. ред. Алферова Е.В., Дубовик О.Л. (Сер.: Правоведение). М.: ИГП РАН, 2011. С. 67–76.
2. Арустамов Э.А. Природопользование: учеб. пособие для вузов. М.: Издательский Дом «Дашков и К<sup>о</sup>», 2002. 276 с.
3. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Бел-

городской области по некоторым химическим показателям // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия: естественные науки. 2008. № 6. Т. 3. С. 140–146.

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

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Утверждено первым заместителем Министра здравоохранения РФ, Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко от 5 марта 2004 г.).

6. *Звягинцева А.В.* Оцінка екологічних ризиків при забрудненні водних об'єктів (на прикладі рік та водоймищ Донецької області) // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. 2007. № 2. С. 330–337.

7. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ивановской области в 2004 году. Иваново, 2005. 139 с.

8. URL:<http://www.gks.ru> – официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области (дата обращения 26.01.2018).

9. Промышленная экология: учебное пособие / *Е.А. Алябышева* [и др.]. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2010. 110 с.

10. *Звягинцева А.В., Аверин Г.В.* Количественная оценка рисков в экологической безопасности. Ч. 2. Практическое применение методики оценки риска при загрязнении атмосферы // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. 2007. № 1. С. 293–301.

**Bubnov Andrey Germanovitch**

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

**Bujmova Svetlana Aleksandrovna**

Federal State Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State University of Chemistry and Technology», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [byumova@mail.ru](mailto:byumova@mail.ru)

**Kurochkin Vadim Yur`evich**

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

**Medvedev Dmitriy Pavlovich**

Federal State budgetary educational Institution of higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: [dima9129828@mail.ru](mailto:dima9129828@mail.ru)

**Moiseev Yuriy Nikolaevich**

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

**Monitoring of dynamics of indicators of risk from consumption  
of spring waters as reserve in case of emergency situations on sources  
of the centralized water supply**

**Abstract.** The article presents the results of assessments of various risks on two different approaches from the use of spring water for the period from 2003 to 2016, selected from sources located in urban areas (Ivanovo and Kohma). The dynamics of the obtained risk values are analyzed and compared. The article has been used normative for Russia methods of risk assessment for public health R

2.1.10.1920-04 and the approach proposed Zvyagintsev A.V. (Donetsk national technical University). In the process of studying the dynamics of damage values, it was found out that the approach Zvyagintseva A.V. obviously inherent desire for Z-concept (absolute safety), which is considered an outdated approach, due to its inadequacy to the internal processes of technosphere and biosphere. In addition, the analysis revealed that when calculating the lower limit of the possible health risk, its value was negative – this is impossible, since the risk value can only be in the range from 0 to 1. Therefore, it makes no sense to use the approach of scientists from Donetsk to calculate the lower limit of risk in relation to spring waters.

**Keywords:** monitoring, spring water, health risk, environmental risk, pollutant, chronic action, risk dynamics.

## REFERENCES

1. *Rednikova T.V.* Sostojanie okruzhajushhej sredy i zdorov'e cheloveka // Sb. nauch. tr. RAN INION. Centr social. nauch.-inform. Otd. pravovedenija «Ohrana okruzhajushhej sredy i kachestvo zhizni: pravovye aspekty»; otv. red. Alferova E.V., Dubovik O.L. (Ser.: Pravovedenie). M.: IGP RAN, 2011. S. 67–76.
2. *Arustamov Je.A.* Prirodopol'zovanie: ucheb. posobie dlja vuzov. M.: Izda-tel'skij Dom «Dashkov i Ko», 2002. 276 s.
3. *Goldovskaja-Peristaja L.F., Peristyj V.A., Shaposhnikov A.A.* Gigienicheskaja ocenka kachestva pit'evoj vody centralizovannoj sistemy vodosnabzhenija Bel-gorodskoj oblasti po nekotorym himicheskim pokazateljam // Nauchnye vedomosti Bel-gorodskogo gosudarstvennogo universiteta, serija: estestvennye nauki. 2008. № 6. T. 3. S. 140–146.
4. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzhenija. Kontrol' kachestva.
5. R 2.1.10.1920-04. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskih veshhestv, zagryznajushhij okruzhajushhiju sredu (Utverzhdeno pervym zamestitelem Ministra zdravoohraneniya RF, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF G.G. Onishhenko ot 5 marta 2004 g.).
6. *Zvjaginceva A.V.* Ocinka ekologichnih rizikov pri zabrudnenni vodnih ob'ektiv (na prikladi rik ta vodojmishh Donec'koï oblasti) // Visnik Donec'kogo universitetu. Serija prirodnichi nauki. 2007. № 2. S. 330–337.
7. Doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Ivanovskoj oblasti v 2004 godu. Ivanovo, 2005. 139 s.

8. URL:<http://www.gks.ru> – oficial'nyj sajt Federal'noj sluzhby gosudar-stvennoj statistiki po Ivanovskoj oblasti (data obrashhenija 26.01.2018).

9. Promyshlennaja jekologija: uchebnoe posobie / E.A. Aljabysheva [i dr.]. Joshkar-Ola: Mar. gos. un-t . 2010. 110 s.

10. Zvjaginceva A.V., Averin G.V. Kolichestvennaja ocenka riskov v jekologicheskoj bezopasnosti. Ch. 2. Prakticheskoe primenenie metodiki ocenki riska pri zagrjaznenii atmosfery // Visnik Donec'kogo universitetu. Serija prirodnichi nauki. 2007. № 1. С. 293–301.

*Рецензент: доцент, кандидат физико-математических наук, доцент А. Н. Иванов (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»)*