

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Главное управление МЧС России по Воронежской области  
Воронежское областное отделение Русского географического  
общества

Экспертный совет при КЧС и ОПБ по Воронежской области

Воронежское региональное отделение Общероссийской  
общественной организации «Российское научное общество  
анализа риска»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
КАМПАНИЯ «МОЙ ГОРОД ГОТОВИТСЯ»:  
ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник статей по материалам XVI Международной  
научно-практической конференции



Воронеж 2020

УДК 502.7:574(06)

ББК 20.1

К637

**Комплексные проблемы техносферной безопасности. Кампания «Мой город готовится»: задачи, проблемы, перспективы:** сборник статей по материалам XVI

K637 Междунар. науч.-практ. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (14,6 Мб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; Adobe Acrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7731-0871-9

В сборник включены материалы статей XVI Международной научно-практической конференции, в которой нашли отражение вопросы по научно-техническим проблемам безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Материалы сборника соответствуют научному направлению «Комплексные проблемы техносферной безопасности» и перечню критических технологий Российской Федерации, утверждённому Президентом Российской Федерации.

УДК 502.7:574(06)

ББК 20.1

**Редакционная коллегия:**

П. С. Куприенко – д-р техн. наук, проф. – ответственный редактор, Воронежский государственный технический университет;

А. В. Дейнека — Начальник отдела подготовки населения управления гражданской обороны и защиты населения Главного управления МЧС России по Воронежской области;

С. А. Яременко – канд. техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет;

Е. А. Сушко – канд. техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет;

Т. В. Овчинникова – канд. биол. наук, доц., Воронежский государственный технический университет;

Т. В. Ашихмина – канд. геогр. наук, доц., Воронежский государственный технический университет;

Е. П. Вялова – канд. техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет;

И. А. Новикова – канд. техн. наук, доц. – ответственный секретарь, Воронежский государственный технический университет

Рецензенты: кафедра общепрофессиональных дисциплин ВИПС (филиала)

Академии ФСО России (д-р техн. наук, доц. О. В. Ланкин);

канд. техн. наук, доц., зам. зав. кафедрой информационных  
и управляемых систем ВГУИТ А. В. Иванов

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7731-0871-9

© ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный технический  
университет», 2020

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Сборник научных трудов содержит материалы XVI Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности», тема: «Кампания «мой город готовится»: задачи, проблемы, перспективы» содержит теоретические и практические исследования, научные подходы и опыт построения безопасной среды как в России, так и в странах СНГ, вопросы экологической и техносферной безопасности.

В статьях рассмотрены следующие вопросы:

- средства спасения;
  - ядерная, радиационная и химическая безопасность;
  - пожарная безопасность;
  - экологическая безопасность;
  - безопасное обращение с отходами – сбор, накопление, транспортировка, обработка, обезвреживание, хранение, утилизация;
  - информационные технологии при построении безопасной среды;
  - безопасность на водных объектах;
  - медицина катастроф;
  - антитеррористические мероприятия;
  - комплексная безопасность на транспорте;
  - безопасность в строительстве;
- а также другие вопросы, касающиеся проблем обеспечения техносферной безопасности и безопасности жизнедеятельности.

Материалы представлены учеными, аспирантами, магистрантами и студентами вузов и профильных организаций России и ближнего зарубежья, что отражает всё возрастающий интерес научного сообщества к самой конференции и к заявленной тематике.

Материалы сборника могут быть полезны научным и педагогическим работникам студентам, магистрантам, аспирантам, а также специалистам в области обеспечения безопасности, желающим расширить свой методологический и исследовательский кругозор.

## **ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ**

УДК 614.87

А. В. Дейнека

### **КАМПАНИЯ «МОЙ ГОРОД ГОТОВИТСЯ» КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**

Рассматриваются цели и задачи кампании «Мой город готовится», даются выводы и рекомендации по планированию и проведению мероприятий в области формирования культуры безопасности жизнедеятельности

Задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности населения неизменно являются актуальными и важными, в частности на подготовку населения к действиям в ЧС, на повышение его знаний по грамотным действиям в экстремальных условиях должна быть ориентирована наша общая работа.

Безопасности жизнедеятельности посвящен ряд статей и научных работ. Что же такое безопасность жизнедеятельности?

Безопасная жизнедеятельность определяется как качество жизнедеятельности, при котором она не создаёт опасностей и угроз, способных нанести неприемлемый вред (ущерб) жизненно важным интересам человека [1].

Безопасность жизнедеятельности - наука, изучающая опасности, средства и методы защиты от них [2].

В настоящее время набирает актуальность Глобальная кампания ООН «Мой город готовится». Кампания «Мой город готовится» (далее – МГГ) была запущена в рамках Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий (2015-2030 гг.), к которой присоединилась Российская Федерация.

Необходимость реализации Сендайской рамочной программы в рамках функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) отражена в:

Основах государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года, утвержденных Указом Президента РФ от 20.12.2016 № 696 [3];

Основах государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года, утвержденных Указом Президента РФ от 11.01.2018 [4].

Задачи кампании:

1. «Узнать больше о бедствиях».
2. «Инвестировать с умом».
3. «Строить более безопасно».

К кампании «МГГ» уже присоединились свыше 3800 городов из 100 стран мира, в том числе 9 российских городов: первоначально Астрахань, Казань, Набережные Челны, Альметьевск, Каспийск, Буйнакск и Дербент, затем Симферополь, а с февраля 2020 года – и Горно-Алтайск.

В рамках кампании города-участники получают соответствующий международный сертификат, который подтверждает высокий уровень защищенности людей в населенном пункте от возможных природных и техногенных катастроф, а также устойчивость работы предприятий и инфраструктуры города.

Таким образом, кампанию «МГГ» с полным основанием можно рассматривать как составную часть системы обеспечения безопасности жизнедеятельности.

При выборе городов учитывается состояние устойчивости критически важных объектов, образовательных и медицинских учреждений, эффективность механизмов

реагирования и финансирование всех мероприятий по обеспечению безопасности.

Какова же связь Кампании «Мой город готовится» с общим блоком вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности и почему задачи подготовки населения являются одними из важнейших при реализации данной Кампании?

В соответствии со Справочником ООН для руководителей местных органов власти, устойчивыми к воздействию бедствий считаются муниципалитеты:

где местные органы власти и жители понимают существующие риски и принимают участие в создании местной информационной базы об ущербе в результате стихийных бедствий, угрозах и рисках, включая подверженные угрозам и уязвимые категории населения;

где люди имеют возможность участвовать в принятии решений и разработке планов развития своего города совместно с местными органами власти и, где дорожат традиционными знаниями и имеющимся местным потенциалом и ресурсами.

где люди понимают, что все выше перечисленные меры также играют ключевую роль в укреплении устойчивости к неблагоприятным факторам.

Как видно, из одними из ключевых задачами кампании «Мой город готовится» являются задачи, основанные на грамотной подготовке населения.

В Воронежской области начата подготовка к внедрению кампании на областном уровне.

В частности:

проведено заседание КЧС и ОПБ правительства Воронежской области (протокол от 17.12.2019 № 13);

в соответствии с решением (п. 2.1) указанного заседания, сформирован состав межведомственной рабочей группы по реализации целей и задач кампании «Мой город готовится» на территории Воронежской области, утвержденный заместителем председателя правительства Воронежской области А. Ю. Верховцевым.

Кампания «Мой город готовится» основана на десяти принципах для достижения устойчивости к бедствиям. Принципы кампании соответствуют приоритетам и целям Сендайской рамочной программы. Принципы помогают местным властям активизировать и координировать действия в области обеспечения безопасности.

Зачем реализовывать эти принципы и вообще зачем нужно участие в кампании? Прежде всего, это обмен передовым опытом, это прямой доступ к отработанным технологиям безопасности во всем мире и подготовка лучших специалистов в области защиты населения и территорий. Предполагается, что граждане должны посильнее участвовать в мероприятиях по укреплению устойчивости своего муниципалитета к различным бедствиям и, как следствие, нести коллективную ответственность за повышение устойчивости к бедствиям, то обучение, образование и осведомленность общественности играет очень важную роль. Общество должно знать об угрозах и факторах риска, которым оно подвержено, чтобы иметь возможность лучше подготовиться и принять меры по противодействию возможным бедствиям. Направления по повышению осведомленности, образованию и укреплению потенциала в области снижения риска бедствий являются ключевым элементом обеспечения участия граждан в реализации городских стратегий по снижению риска бедствий.

Следует повышать потенциал муниципалитета в пяти ключевых областях снижения риска бедствий:

- изучение рисков;
- предотвращение бедствий;
- смягчение последствий;
- планирование реагирования;
- восстановление.

К факторам, влияющим на потенциал для устойчивости, относятся:

умение руководителей и специалистов осуществлять такие операции как: оценка опасности/риска, планирование с учетом рисков (территориальное и социально-экономическое), учет рисков при экспертизе проектов/проектировании (включая инженерные решения), координация, коммуникация, управление данными и технологиями, управление действиями при возникновении бедствий, реагирование, восстановление, оценки зданий и сооружений после бедствия);

обучение населения, на основе конкретных примеров того, как может быть реализовано снижение риска бедствий и что необходимо для бесперебойной деятельности;

создание и внедрение информационных инструментов для повышения устойчивости и уменьшения опасности бедствий; эти инструменты должны обеспечивать согласованность сбора и хранения данных, а также обеспечивать доступ к данным и их использование многочисленными заинтересованными сторонами.

Какие же позиции необходимо достигнуть при реализации кампании?

#### 1. Повышение навыков и опыта должностных лиц.

Наличие навыков и опыта в повышении устойчивости к бедствиям – выявление рисков, смягчения их последствий, планирование, реагирование во время и после события.

Цель достижима в том случае если: все навыки доступны в необходимом количестве для всех специалистов организаций, имеющих отношение к устойчивости города к бедствиям, говоря простым языком, все специалисты, ответственные за разработку мероприятий и принятие решений, обучены, в том числе практически (на учениях и тренировках).

#### 2. Совершенствование просвещения и повышение осведомленности населения:

Цель достижима в том случае если реализуется:

2.1. Обеспечение населению широкого доступа к образовательным и информационным материалам.

Проводится согласованная работа по информированию населения, включая образовательные кампании; имеется соответствующая система передачи информации по различным каналам. Проводится систематическая, структурированная кампания с использованием не менее 6 средств передачи информации, местной общественности, а также путем проведения информационно-разъяснительной работы в школах.

Способы доведения информации до населения могут включать:

- печатные издания: книги, газеты, брошюры, листовки;
- учебные материалы для школ и колледжей;
- телевидение: реклама, документальные фильмы, новостные программы;
- Радио: то же, что и для телевидения;
- Интернет: WEB-сайты, реклама, материалы на городских сайтах;
- Мобильные приложения, а также социальные сети, последние нельзя недооценивать в плане информирования и обучения населения;
- Плакаты на зданиях, автобусах, вагонах, в городских учреждениях.

Материалы могут поступать от разных учреждений и источников, но должны содержать согласованную информацию.

Школы и колледжи могут быть особенно важным каналом; а также церкви, группы местной общественности, библиотеки.

2.2. Воздействие информирования осуществляется в среднем не менее 1 раза на человека в неделю.

Воздействие информирования оценивают, например, на основании подсчета интернет-трафика (WEB-сайты, мобильные устройства), количества зрителей и слушателей (телевидение, радио), оценки транспортного потока (т. е. количества транспорта, проехавшего мимо плакатов) и т.д.

Если позволяет финансирование, то воздействие можно также оценивать с помощью опросов.

### **2.3. Повышение эффективности просвещения и информирования.**

Информация о «самом вероятном» сценарии реализации риска и основных этапах подготовки и реагирования широко распространена среди населения. Подтверждено проведением выборочного опроса.

О «самом вероятном» сценарии и соответствующем реагировании и подготовке в целом осведомлены более 90% респондентов (по данным соцопроса).

Опрос может проводиться разными способами: по телефону, на уроках в школе; с помощью почтовой рассылки; в качестве дополнения к вопросам городских собраний; в виде заполняемых листовок и др.

### **3. Проведение обучения и подготовки.**

Наличие и доступность обучения и подготовки.

Имеются полные общедоступные программы подготовки, созданные с учетом известных или предполагаемых потребностей.

Организована и осуществляется подготовка населения, регулярно проводятся учения и тренировки с задействованием населения, так как эффективность подготовки проверяется именно в ходе таких учений.

### **4. Умение «Учиться у других».**

Изучение опыта других городов, территорий и стран (и компаний) для повышения своей устойчивости. Совместная деятельность по изучению и обмену опытом с другими городами и специалистами-практиками. Регулярные (например, ежегодные) обмены с другими городами и регионами, в частности, с целью обмена передовыми методами повышения устойчивости и реагирования; есть примеры изменений, осуществленных в городе в результате такой деятельности. В дополнение к таким обменам, наложены регулярные контакты специалистов с коллегами в других организациях.

На сегодняшний день МЧС России, на основе рекомендаций от территорий, в том числе и от Воронежской области, проводит доработку Методических рекомендаций для муниципальных образований РФ по реализации кампании «Мой город готовится» с оценочной картой устойчивости городов к бедствиям, а также других организационных и нормативных документов по кампании, которые будут доведены установленным порядком до субъектов РФ, а в дальнейшем – до каждого муниципального района (городского округа).

Вопросы, связанные с реализацией мероприятий, выполняемых в рамках кампании, проходят проработку на федеральном уровне.

От участия в кампании муниципалитет получает преимущества, прежде всего это повышение эффективности и снижение затрат на предупреждение и ликвидацию последствий ЧС, стихийных и иных бедствий.

В заключение хотелось бы отметить, что задачи подготовки населения должны быть реализованы в соответствии с действующим законодательством независимо от участия либо не участия муниципального образования в Кампании. Данные задачи являются актуальными сами по себе, если мы хотим нормального функционирования муниципального района как социально-производственно-культурной среды и обеспечения нормальной жизнедеятельности населения. В рамках Кампании лишь обобщаются и конкретизируются задачи, но их выполнение является необходимым независимо от Кампании, независимо от тематических Годов культуры безопасности, предупреждения ЧС и прочих тематик.

### **Литература**

1. Сапронов В.В. Идеи к общей теории безопасности // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2007. № 1, 2.
2. Никифоров Л.Л., Персиянов В.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2014. С. 6.
3. Указ Президента Российской Федерации от 11 января 2018 г. № 12 "Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года", Собрание законодательства Российской Федерации, 2018, № 3, ст. 515.
4. Указ Президента Российской Федерации от 1 января 2018 г. № 2 "Об утверждении Основ

государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года", Собрание законодательства Российской Федерации, 2016, № 52 (часть V), ст. 7611

Главное управление МЧС России по Воронежской области

A. V. Deyneka

## CAMPAIGN «MY CITY IS GETTING READY» AS PART OF THE LIFE SAFETY SYSTEM

The goals and objectives campaign "My city is getting ready" are considered, conclusions and recommendations are given on planning and conducting activities in the field of creating a culture of life safety

Main Directorate of EMERCOM of Russia in Voronezh region

УДК 614.841.42

Н. Д. Разиньков

## О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЁТА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье аргументировано поднимается вопрос о необходимости учёта потенциальных рисков торфяных пожаров в Воронежской области. Предметно освещается вопрос наличия залежей торфяников в регионе. Рассмотрены известные случаи природных и техногенных торфяных пожаров, происходивших на территории области в период с 2002 по 2019 годы, и даны рекомендации по минимизации рассматриваемых рисков

Торфяной пожар: возгорание торфяного болота, осушенного или естественного, при перегреве его поверхности лучами солнца или в результате небрежного обращения людей с огнём [1].

Воронежская область не отличается большими залежами торфяников, хотя архивные материалы свидетельствуют, что в Воронежской области проводилась геологоразведка на предмет возможности эксплуатации торфяных залежей. Геологоразведка в регионе проводилась в послевоенное время: конец 1940-х – начало 1950-х гг. Данные, представляемые Отделом геологии и лицензирования по Воронежской области Департамента по недропользованию по ЦФО, являются противоречивыми, как представляется, из-за разрозненности и отсутствия единого учёта фондовых материалов. В распоряжении для изучения оказалось два документа:

- 1) схема расположения торфяных месторождений Воронежской области в составе 38 шт.;
- 2) перечень месторождений торфа, расположенных на территории Воронежской области и числящихся на балансе, в составе 44 шт.

В двух списках «перекрестилось» только 25 месторождений.

Месторождения торфа в административных районах Воронежской области, пригодных к разработке и эксплуатации

Наименование района	Количество месторождений	Наименование района	Количество месторождений
Аннинский	3	Новохопёрский	7
Бобровский	4	Острогожский	4
Верхнемамонский	1	Павловский	1
Грибановский	1	Поворинский	1
Лискинский	1	Петропавловский	1
Нижнедевицкий	8	Репьевский	1
Новоусманский	2	Семилукский	3
Итого: 38 месторождений торфа			

В качестве примера значительности объекта исследований удалось найти описание одного из месторождений, открытого в 1950 г. Это месторождение «Кульма» в Нижнедевицком районе, были утверждены запасы в количестве 228,4 тыс. м<sup>3</sup>, при средней глубине залежи 2,0 м. Предполагалась торфодобыча для энергетических нужд хозяйствами в Нижнедевицком районе.

Самым крупным торфяным месторождением в Воронежской области принято считать торфозалежь на территории государственного природного заповедника «Хопёрский»; площадь торфяника – 752 га.

Одним из опасных в пожарном отношении торфяников является «Бочаров огород», расположенный в пойме р. Битюг, так как производилась его разработка в 1980 – 1990-е гг. Этот торфяник загорелся 9 августа 2002 г. на площади 15 га. Торфяник располагается в лесном фонде. Для подвоза воды для тушения были задействованы два трактора с бочками; опашка также велась двумя тракторами; в тушении на начальном этапе были задействованы пожарные машины; привлекалось местное население до 20 человек. В отдельные дни задействование пожарных машин достигало 6, личного состава от 60 до 100 человек. В итоге территория горения торфяника распространилась до 50 га. Торфяник затух с приходом осенних дождей.

В 2010 г. во время летней стихии – чрезвычайной лесопожарной ситуации (конец июля – начало августа), также загорались торфяники: горел торфяник у мкр. Сомово г.о.г. Воронеж в пойме р. Усманка, у п. Маклок.

В конце июля 2014 г. загорелся торфяник у п. Маклок. Правильно оценив обстановку, уже 30 июля пожарные машины трёх пожарных частей, силы и средства лесхоза, 50 курсантов Воронежского института ГПС добились результата – затушили торфяник на площади 1,5 га.

В начале октября 2015 г. загорелся торфяник у с. Углянец Верхнекавского района, тушением занималась лесная охрана. Применялись химикаты для лучшего проникновения воды в горизонт торфяника. Тушение затянулось на несколько недель до благоприятных погодных условий – пошли дожди.

В 2019 г. загорелся торфяник у мкр. Репное г.о.г. Воронеж. Первый выезд пожарными федеральной части ГПС был произведен 16 сентября. На первом этапе тушение происходило три дня малыми силами. Торфяник до конца не был потушен. После останова образовательного процесса 25 сентября в СОШ № 100 г.о.г. Воронеж (количество учеников 1048 человек) и СОШ № 2 (количество учеников 627 человек) п. Отрадное Новоусманского района тушение проводилось большими силами. По 2 сентября ежедневно днём было задействовано на тушении торфяника до 16 единиц техники и 30 пожарных, ночью – 4 единицы техники и 10 пожарных. Фактически тушение производилось такими большими силами 8 дней! Была развернута насосная, подающая воду из р. Усманки. Только воды было выпито на тушении 100 тыс. тонн!

Ровно год горел техногенный торфяник – иловые карты на правобережных очистных сооружениях! Загорелся осенью 2018 г., последнее тушение осуществлялось в октябре 2019 г.!

Таким образом, для Воронежской области торфяные пожары стали серьёзной проблемой, формально приводящей к чрезвычайной ситуации по показателю нарушение условий жизнедеятельности – закрытие двух больших школ с общим количеством учеников 1675 человек, угроза возникновения массового ДТП на автодорогах области, негативные экологические последствия для проживающего населения.

Если сравнивать горение торфяника с лесным пожаром, то объём выгорающей биомассы с одной и той же площади у торфяника в 10 раз больше, чем у леса. При этом происходит выделение существенно большего дыма и токсичных газов: углекислого и углекислого газа, оксидов азота, метана, ароматических углеводородов, в том числе бензапирена, и др.).

Торфяные пожары в центральной России характерны для второй половины лета в случае выпадения малого количества осадков или их полного отсутствия, как это было в 2010 г. (на протяжении 52 дней в июле-августе не выпало ни одного дождя), верхний слой залежи торфа просыхает до относительной влажности  $25 \div 40\%$ . При такой влажности торф может загораться даже от непотушенной сигареты, а горение распространяется в глубь в менее сухие слои. Лишь только 10 % торфяных пожаров возникает в результате самовозгорания, но для этого требуются определённые условия для запуска экзотермического биологического процесса [2].

Для понимания проблемы рассмотрим два последних торфяных пожара.

Первый пожар – природный (рис. 1).



Рис. 1. Место горения торфяника у мкр. Репное  
25 сентября – 2 октября 2019 г.

На загорание торфяника повлияли ряд факторов, которые стали причиной загорания торфяника на площади 5 га у мкр. Репное г.о.г. Воронеж:

- приходящие поверхностные стоки по рельефу в сторону реки с водосборной площади отрезаны населённым пунктом – направление стока с северо-запада;
- застройка фактически дренирует и подземный сток, который должен был бы разгружаться в реку;
- весной 2019 г. р. Усманка с берегов не выходила, поэтому пойма и рассматриваемый торфяник не затапливались;
- выпадение осадков за два месяца до загорания торфяника было существенно меньше среднемноголетних: август – 44 %, сентябрь – 26 % (табл. 1), а температурный фон в эти месяцы был несколько выше – на 5 и 11 % соответственно по этим месяцам (табл. 2).

Таблица 1

## Осадки по метеостанции «Воронеж» в пожароопасный период 2018 г.

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Факт. осадки, мм	32	90	12	98	25	14
Норма, мм	40	45	69	72	56	54
% от нормы	79	200	18	137	44	26

Таблица 2

Средняя месячная температура по метеостанции «Воронеж»  
в пожароопасный период 2018 г.

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Факт. темпер., °C	11,1	17	22,3	20,2	19,8	14,8
Норма, °C	8,1	15	18,3	19,8	18,8	13,3
% от нормы	137,0	113,3	121,9	102,0	105,3	111,3

По этим причинам торфяник оказался не обводнённым, выжигание поймы местными жителями послужило причиной загорания торфяника и ухода очага горения в глубину залежи. Если бы действия по тушению торфяника были как в 2014 г. при тушении торфяника у п. Маклок, то, очевидно, тушение торфяника не растянулось бы на неделю с задействованием ежедневного такого большого количества пожарными сил и средств.

Периодически в средствах массовой информации появляются репортажи о торфяных пожарах. До настоящего времени данные пожары в ежедневные сводки дежурно-диспетчерских служб попадают как «пожары – сухая трава», что затушёвывает проблему. Требуется потенциальные риски торфяных пожаров занести в паспорта безопасности территорий муниципальных образований и области, для чего необходимо актуализировать данные по залежам торфяников на территории Воронежской области, т.е. требуется оконтурить их и определить глубину залежи. При фиксации термоточек в местах расположения торфяников дотушивать их в кратчайшие сроки, учитывая специфику тушения на торфоопасных участках.

Второй пожар – техногенный (рис. 2), возникающий на выведенных из эксплуатации полях фильтрации ООО «Росводоканал Воронеж» на ул. Антокольского. После оформления договора концессии с новым инвестором в 2009 г. поля фильтрации площадью 9 га ООО «РВК Воронеж» оказались бесхозяйными, мэрия г.о.г. Воронеж признала их своими только два года назад.

По имеющимся сведениям поля фильтрации, расположенные на ул. Антокольского, были выведены из эксплуатации в 1996 г. Уже на рубеже нулевых годов иловые карты горели. Чем дальше по времени, тем больше они становились обезвоженными и тем чаще они начали загораться. Этому способствуют затяжные жаркие и сухие периоды: табл. 1, 2 – 2018 г., табл. 3, 4 – 2019 г.

Таблица 3

## Осадки по метеостанции «Воронеж» в пожароопасный период 2019 г.

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Факт. осадки, мм	71	51	35	79	19	45	37	4
Норма, мм	40	45	69	72	56	54	40	52
% от нормы	178	111	53	108	33	83	95	8

Таблица 4

Средняя месячная температура по метеостанции «Воронеж»  
в пожароопасный период 2019 г.

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Факт. темпер., °C	8,8	18,2	19,0	22,0	21,4	17,6	9,4	-1,4
Норма, °C	8,1	15	18,3	19,8	18,8	13,3	6,3	-0,2
% от нормы	108,6	121,3	103,8	111,1	113,8	132,3	149,3	-600

Горение иловых карт на ул. Антокольского особенно начало беспокоить в августе 2018 г. Повышенный температурный фон на протяжении всего лета и малое количество осадков в июне и августе способствовали возгораниям на иловых картах (рис. 2).

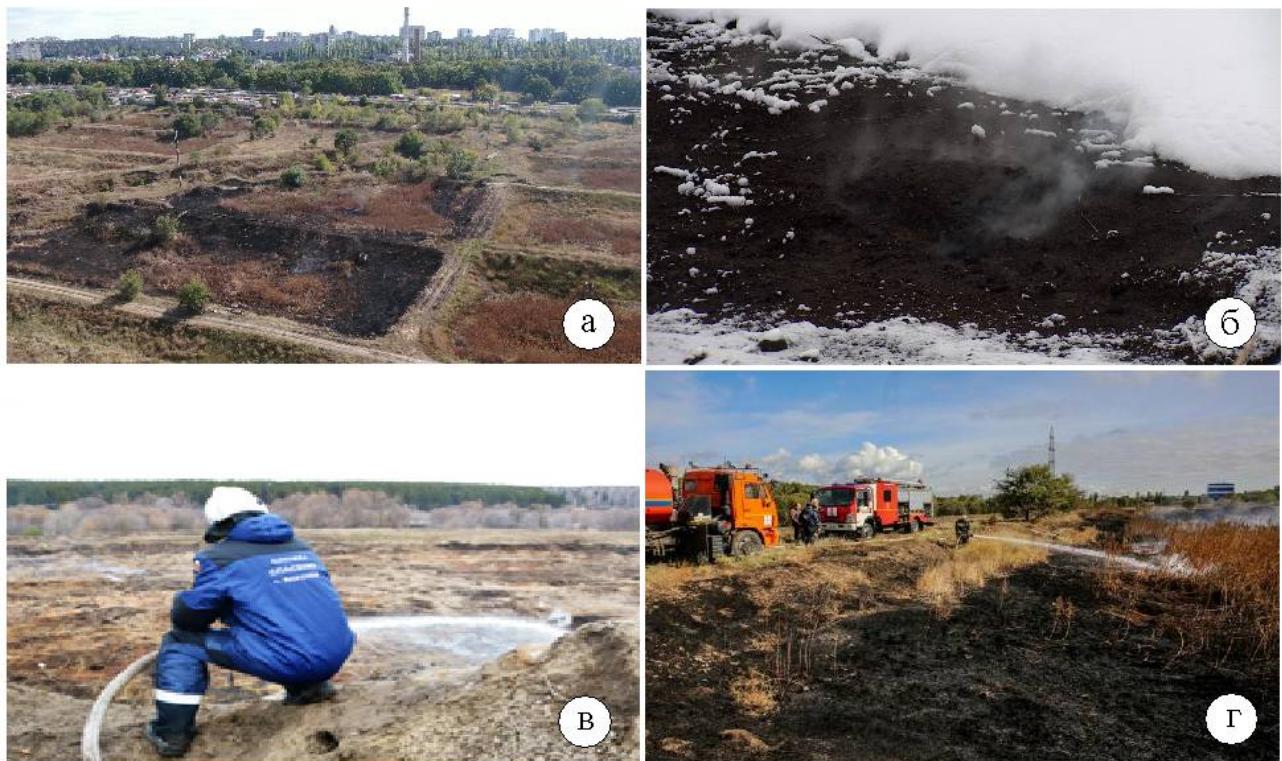


Рис. 2. Горение иловых карт на ул. Антокольского в г.о.г. Воронеж и их тушение:

- а) иловые карты, выведенные с баланса ООО «РВК-Воронеж»;
- б) горение иловых карт зимой 2018 – 2019 гг.;
- в) тушение иловых карт 15.03.2019;
- г) тушение иловых карт 25.09.2019.

Генезис загорания иловых карт на ул. Антокольского в г.о.г. Воронеж иной, чем загорание природных торфяников в Воронежской области. Это, очевидно, возгорание внутреннее за счёт жизнедеятельности бактерий на иловых картах. В данном случае причинами самовозгорания, по сути, техногенной залежи искусственного торфяника, являются тепловые, химические и микробиологические процессы.

Опасность выходящих дымов и газов из горящих иловых карт ещё более вреден, чем у природных торфяников. В состав осадков городских канализационных стоков входят вещества, обладающие общетоксическими, токсикогенетическими, эмбриотоксическими, канцерогенными и иными вредными свойствами. При горении иловых карт в отходящих дымах присутствие этих веществ гарантировано. Осадки сточных вод, по сути, являются отходами производства, относятся ко второму (высоко опасные) или третьему (опасные) классам опасности.

Как бороться с самовозгоранием и горением иловых карт? Известны следующие факторы, уменьшающие способность к самовозгоранию торфа:

- 1) снижение поверхностной температуры торфа и его глубинных слоёв, в создавшихся условиях это только низкие зимние температуры воздуха;
- 2) повышение влажности торфа, т.е. его водонасыщение;
- 3) увеличение плотности и теплопроводности торфа за счёт его утрамбовывания;
- 4) снижение диффузии кислорода за счёт уменьшения воздухообмена.

Есть ещё ряд приёмов, которые возможны к реализации в данном случае для предотвращения возгораний на иловых необводнённых площадках.

Вопрос предотвращения возгораний торфяных залежей достаточно хорошо проработан ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [2].

Проблема возгораний и продолжительных горений иловых карт на ул. Антокольского, станет и по другим в настоящее время выводимым из эксплуатации иловым картам в результате перехода на современную технологию обезвоживания осадка сточных вод. Это поля иловых карт в мкр. Тенистый и на левом берегу. Конечно же требуется полная рекультивация данных объектов. Это ничто иное как отложенный экологический вред, который является потенциально опасным для воронежских жителей.

#### Литература

1. ГОСТ 22.0.03-97 / ГОСТ Р 22.0.03-95 БЧС. Природные и чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
2. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 256 с.

КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области»,  
г. Воронеж, Россия

Воронежское региональное отделение общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска», г. Воронеж, Россия

N. D. Razin'kov

#### ABOUT THE NEED TO CONSIDER THE POTENTIAL RISK OF PEAT FIRES IN VORONEZH REGION

The article considers the question of the necessity to consider the potential risk of peat fires in Voronezh region. The report addresses the issue of identity and quantity of the peat deposit. The known case of the natural and man-made peat fires in region since 2002 to 2019 years were considered, and recommends about minimizing the risks posed by peat fires were given

State institution for the Voronezh region " Civil defense, population protection and fire safety of the Voronezh region",  
Voronezh, Russia

The Voronezh regional office of the all-russia public organization «Russian scientific society for risk analysis»,  
Voronezh, Russia

А. Т. Мамаев

## МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В УСЛОВИЯХ ЗАДЫМЛЕНИЯ

В статье рассмотрена проблематика управления организацией тушения пожаров в условиях задымления. Рассмотрены модели управления обеспечением тушения пожаров в условиях задымления

Непрерывность тушения пожара обеспечивается как бесперебойной подачей огнетушащих веществ, так и возможностью пожарных осуществлять ее непрерывно на протяжении всего тушения пожара, непрерывная работа у очага пожара во многом обеспечивается временем защитного действия средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных (далее – СИЗОД).

Наибольшую сложность при организации тушения пожаров создает задымление горящих и смежных с ними помещений. Фактором, лимитирующим нахождение пожарного в условиях воздействия опасных факторов пожара (далее – СИЗОД), является время защитного действия средств защиты. Закономерно, что оно должно превышать время тушения пожара. Когда же время защитного действия средств защиты пожарных от ОФП меньше времени тушения пожара, следует проводить расчет мер по непрерывному обеспечению защиты пожарных от ОФП на позициях подачи огнетушащих веществ на период тушения пожара.

Ресурс средств защиты за исключением СИЗОД изолирующего типа превосходит длительность пожара. Последние при длительной работе на пожаре приходится переснаряжать ввиду исчерпания времени защитного действия, что в некоторых случаях отрицательно влияет на непрерывность тушения пожара.

Данная проблема в полной мере относится к тушению пожаров объектов, охраняемых специальными подразделениями ФПС МЧС России, которые играют важнейшую роль в обороноспособности страны, а выпускаемая продукция применяется при изготовлении (разработке) различного военного оружия, в космической отрасли и других важнейших областях. Учитывая значимость выпускаемой продукции, встал остро вопрос обеспечения безопасности, в том числе обеспечение пожарной безопасности на всех стадиях производства. Для обеспечения пожарной безопасности на особо важных и режимных объектах созданы специальные пожарно-спасательные части (далее - СПСЧ), в компетенцию которых входит профилактика пожаров и тушение. Данный тип подразделений создан, введу больших рисков возникновения пожаров на подобных объектах и специфики их производства. В этой связи необходимо обеспечить успешное тушение пожаров, в том числе путем непрерывной работы в условиях задымления и определением необходимого числа звеньев газодымозащитной службы [1, 2].

### **Моделирование обеспечения сжатым воздухом при работе на пожаре**

Самая распространенная модель это базы-посты ГДЗС, где заправка осуществляется с помощью стационарных компрессоров и при необходимости проводится подвоз заправленных баллонов на пожар, возврат пустых на базу, их последующая заправка.

Модель состоит в сопоставлении скорости зарядки на базе и скорости перевозки от базы к месту пожара со скоростью расходования сжатого воздуха на пожаре.

Скорость расход воздуха зависит от антропометрических данных, габаритов и от других физиологических особенностей газодымозащитника.

Скорость зарядки баллонов зависит от компрессоров их состояния, место расположения оборудования, удобного подхода к оборудованию, наличие всех необходимых инструментов в удобных и доступных местах, а также от возраста мастера ГДЗС. Скорость перевозки и доставки к месту пожара также зависит от качества дорожного полотна, пробок,

характеристик автотранспорта транспортирующего баллоны к месту пожара. Квалифицированность и профессионализм мастера ГДЗС также играет важную роль в этой длинной цепочке.

Заправка баллонов на месте пожара должно осуществляться в специально оборудованном пожарном автомобиле – база газодымозащитной службы (АБГ). В этом случае, конечно же, снижается время подвоза в нашем случае подноса баллонов со сжатым воздухом, увеличивается время непрерывной работы газодымозащитной службы в условиях задымления, отсюда создаются благоприятные условия для тушения пожаров, проведения разведки звенями ГДЗС и спасения людей. При работе АБГ на пожаре процент способности работы на пожаре увеличится, соответственно увеличив скорость заполнения баллонов сжатым воздухом, мы частично компенсируем время непрерывной работы газодымозащитников в условиях задымления.

Для подразделений специальных управлений иметь в наличии подобный пожарный автомобиль (АБГ) не целесообразно, из-за специфики работы специальных управлений, из-за малочисленности реагирующих подразделений и выполнения ими второстепенной роли в тушении пожаров на особо важных и режимных объектах. Основную же роль по тушению пожаров, проведению аварийно-спасательных работ выполняют подразделения ГУ МЧС по гор. Москве, на вооружении которых и имеются подобные пожарные автомобили (АБГ).

Для подразделений ГУ МЧС России по гор. Москве учитывая район их выезда – это крупнейшие торговые центры, кинотеатры, многоэтажные жилые дома, склады и т.п., а также в случае пожара их прибытие на охраняемые объекты специальными управлениями для тушения и проведения АСР целесообразно иметь АБГ.

Сравнивая и сопоставляя модели можно сделать вывод, что в случае приобретения специальными управлениями АБГ, эффективность работы не повыситься, из-за его ненадобности, из-за нечастых пожаров, а также наличия АБГ у подразделений ГУ МЧС России по гор. Москве. Также для доставки заполненных баллонов со стационарной станции необходимо время, которого во время пожара мало. Мобильная же модель управления обеспечением тушения пожаров по многим показателям показывает свою эффективность [3].

### **Моделирование деятельности по обслуживанию СИЗОД**

Как уже нам известно, существует несколько моделей обеспечения тушения пожаров в условиях задымления - это стационарная и мобильная. И та и другая включает в себя техническое оборудование, средства, предназначенные для закачки и зарядки воздушных баллонов (сосудов). Так, в целях безаварийной и долговечной работы любых устройств и оборудования проводится техническое обслуживание, ремонт. Касаемо СИЗОД его техническое обслуживание проводится в режиме повседневной деятельности в стационарных условиях на постах и базах ГДЗС, на месте тушения пожаров в непригодной для дыхания среде, а также на пожарных автомобилях – базах ГДЗС. Техническое обслуживание и ремонт осуществляет лицо ответственное за данное направление деятельности, как правило, мастер ГДЗС.

Эксплуатация средств индивидуальной защиты органов дыхания - это комплекс мероприятий по использованию, техническому обслуживанию, транспортированию, содержанию и хранению СИЗОД.

Под использованием понимается такой режим эксплуатации СИЗОД, при котором они нормально функционируют с обеспечением показателей, установленных в технической (заводской) документации на данный образец и руководящими документами.

Правильная эксплуатация означает соблюдение установленных режимов использования, постановки в боевой расчет, хранения и правил обслуживания СИЗОД.

Эксплуатация СИЗОД предусматривает:

техническое обслуживание;

содержание;

постановка в боевой расчет;  
обеспечение работы баз и контрольных постов ГДЗС.

Техническое обслуживание проводится в соответствии с нормами и сроками установленными соответствующими руководящими и нормативными документами, включает в себя:

рабочую проверку, проверку № 1;  
чистку, промывку, регулировку, смазку, дезинфекцию;  
устранение неисправностей в объеме текущего ремонта.

Вышеуказанные процедуры по поддержанию в работоспособном состоянии СИЗОД (ТО, ремонт) не только в стационарных постах и базах ГДЗС, но и в пожарных автомобилях - базах газодымозащитной службы (АБГ). [4]

Сравнивая две модели необходимо учитывать привычные условия для мастера ГДЗС при проведении работ по ремонту и проведению ТО, его психико-эмоциональное состояние. Как правило все работы по обслуживанию и ремонту СИЗОД производятся в стационарных условиях, проведение же в мобильных условиях не целесобранно так как в каждом пожарном депо имеется посты ГДЗС, где мастер ГДЗС в привычных спокойных условиях выполняет все регламентные работы. В случае отсутствия в здании пожарного депо поста ГДЗС и удаленности (удаленности) базы ГДЗС, то безусловно проведение процедур в мобильных условиях более чем оправдано.

### **Стационарная модель обеспечения**

Возьмем к примеру спец управление, учитывая специфику работу специальных подразделений ФПС, не целесообразно иметь базы ГДЗС, все дело в том, что специальные подразделения ФПС состоят из двух видов – это пожарно-профилактические части, в задачи которых входит исключительно профилактика пожаров на закрепленных объектах и выездные подразделения, в задачи которых входит по мимо профилактики пожаров тушение, проведение аварийно-спасательных работ. Не все объекты, входящие в зону ответственности спец управлений обеспечены специальными подразделениями ФПС имеющие пожарно-спасательную технику, оборудование. Именно на подобных объектах тушение пожаров, проведение аварийно-спасательных работ осуществляется силами подразделений ГУ МЧС России по г. Москве.

К примеру, одно из структурных подразделений Специального управления, в зону ответственности которого входят особо важные и режимные организации по г. Москве относящиеся к космической отрасли, охраняет девять объектов, но только на двух из них имеется специальные подразделения ФПС с выездной пожарно-спасательной техникой и оборудованием, остальные семь охраняются пожарно-профилактическими подразделениями, в случае пожара по объектах, не прикрытых выездными специальными подразделениями ФПС как и выше упомянуто тушение и проведение аварийно-спасательных работ будут осуществлять подразделения ГУ МЧС России по гор. Москве.

В других подразделениях специальных управлений такое же соотношение специальных пожарно-спасательных подразделений с выездной техникой, оборудованием и охраняемых объектов. Ввиду малочисленности специальных пожарно-спасательных подразделений по г. Москве, имеющих на вооружении пожарно-спасательную технику и оборудование, отпада необходимость строительства базы ГДЗС. Вместе с тем в каждом пожарном депо имеется пост ГДЗС со всем необходимым оборудованием.

Если рассматривать тушения пожаров на охраняемых объектах специальными подразделениями ФПС, то нужно учитывать следующие параметры:

- расстояние от здания пожарного депо, в котором расположен пост ГДЗС до предполагаемого очага пожара;
- количества пожарных расчётов;
- наличие в каждом заступающем карауле мастеров ГДЗС с разрешительными документами.

Исходя из того, что выездные пожарно-спасательные подразделения находятся на территории охраняемых объектов, соответственно и до постов ГДЗС в случае пожара рукой подать.

### **Мобильная модель обеспечения**

Пожарные автомобили - базы газодымозащитной службы предназначены для доставки к месту пожара (аварии) необходимого оборудования для зарядки, проверки, ремонта и технического обслуживания дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (ДАСВ), боевого расчёта АБГ, обеспечения на месте пожара (аварии) работы газодымозащитной службы (ГДЗС), освещения места пожара (аварии).

Как правило АБГ может эксплуатироваться при температурах окружающего среды от - 40 °C до + 47 °C. Предусматривается его круглогодичная эксплуатация в климатических условиях Крайнего севера.

При введении таких автомобилей в боевой расчет необходимо предусматривать 50 %-ный резерв.

Передвижная компрессорная станция (далее ПКС) предназначена для использования ГДЗС при ликвидации затяжных пожаров, масштабных техногенных катастроф и других ЧС, где требуется обеспечение быстрой зарядки баллонов дыхательных аппаратов с рабочим давлением до 300 атм. ПКС несет в себе ряд функций – это и доставка к месту ЧС, пожара газодымозащитников, доставка дополнительных (запасных) баллонов, доставка компрессорной установки для закачки баллонов, средства для освещения места пожара.

Необходимо отметить, что мобильных баз ГДЗС в распоряжении спец управлений в гор. Москве нет.

### **Заключение**

Как и выше было отмечено объекты, охраняемые специальными подразделениями ФПС МЧС России играют важнейшую роль в обороноспособности страны. Также учитывая возможные последствия от пожаров и других ЧС государство регулярно совершенствует нормативно-правовую базу в отношении особо важных и режимных объектов входящих в перечень утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.03.2016 № 451 рс.

Целью выполняемых работ является разработка моделей управления обеспечением деятельности по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде на основе приводимых расчетных моделей непрерывности тушения пожаров.

### **Литература**

1. Ищенко, А.Д. Об обеспечении непрерывного тушения пожаров критически важных объектов в условиях задымления [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. – 2017. - № 5 (75). – Режим доступа: <http://agsps-2006.narod.ru/ttb/2017-5/08-05-17.ttb.pdf>.
2. Приказ МЧС России от 11 августа 2015 г. № 424 "Об утверждении Порядка организации деятельности объектовых и специальных подразделений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы" (с изменениями и дополнениями).
3. Учебное пособие: эксплуатация средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД). Соколов Е. Е., Бурков И. В., Назаров Д. В., Никитин М. И. ИВИ ГПС МЧС России, 2006.
4. Приказ МЧС России от 21 апреля 2016 года № 204 «О техническом обслуживании, ремонте и хранении средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения».

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

A. T. Mamaev

### **MANAGEMENT MODELS FOR FIRE EXTINGUISHING IN SMOKE CONDITIONS**

The article deals with the problems of managing the organization of fire extinguishing in smoke conditions

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

А. Н. Лопанов, К. В. Тихомирова, Ю. С. Семыкина, В. В. Иванова

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАВМАТИЗМА, АВАРИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ, ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

В статье рассмотрены основные проблемы безопасности труда. Рассмотрено комплексное решение в области безопасности труда на опасных производственных объектах и предприятиях. Обосновано понятие безопасного труда как науки, выявлены условия безопасной деятельности человека и взаимосвязь проблем безопасности с чрезвычайными ситуациями, а также выполнены мероприятия по их решению. Разработана система безопасности труда на предприятиях и опасных производственных объектах.

Труд является важнейшей основой жизни человека, по сути, является философской категорией естественнонаучного знания. Несмотря на то, что аспекты безопасного труда являются объектом изучения различных наук, до настоящего времени нет комплекса исследований, позволяющих выявить такие категории безопасного труда, которые позволяют определить в широком понимании, что такое безопасный труд (безопасность в широком понимании этого слова). Так, категории безопасного труда можно отнести либо к ремеслу или научной категории, имеющей соответствующие признаки. В настоящее время ответ на поставленный вопрос не всегда является определенным, и существуют причины, которые не позволяют ответить однозначно.

Основная проблема гносеологического характера заключается в том, что наука, как философская категория в широкой трактовке, изучает формы движения материи. И для того, чтобы категория безопасности перешла из раздела «ремесло» в раздел наука, необходимо выявление фундаментальных закономерностей, законов безопасного труда. В этом случае можно отнести категорию безопасного труда из раздела «ремесло» в область науки. Вторая причина обусловлена вопросами организации безопасного труда. Например, в настоящее время нет таких элементов безопасности, как единая терминология, принятая не только в отдельных странах, России, но и во всем мире. Необходимо ввести единые стандарты, которые основаны не на эмпирическом опыте, а на фундаментальных исследованиях. Необходимо создать такие условия, при которых безопасная деятельность человека становится формой познания окружающего мира.

Сохранение жизни и здоровья населения в процессе трудовой деятельности являются важными стратегическими задачами в сфере безопасности труда. В настоящее время в Российской Федерации выделяются несколько ведущих направлений в области безопасности труда. Это такие направления, как становление и развитие своеобразного института специальной оценки труда, проведение практических мероприятий по улучшению законов в области безопасности, вводится централизованная система мониторинга безопасности. К сожалению, внедрение указанных мероприятий в области безопасности недостаточно для современной экономики. Главная проблема заключается в том, что отсутствует интегральный подход к решению основных проблем безопасности труда. Отсутствие интегрального подхода делает практически невозможным переход на цифровую экономику. Таким образом, несмотря на определенные действия со стороны министерств, ведомств по улучшению условий труда, прогнозированию рисков, говорить об принципиально новых результатах в области безопасности населения преждевременно. В частности, отсутствуют комплексные, интегрированные системы безопасности труда, которые позволяют обучать, допускать персонал к выполнению трудовых функций, осуществлять прогноз травматизма, летальности, заболеваний, аварий, ЧС в различных сферах экономики – решение этих проблем является предпосылками, основой перехода на цифровую экономику.

Современное состояние условий и безопасности труда в Российской Федерации

можно охарактеризовать как достаточно напряженное. Не все предприятия успешны в сфере экономики – это предпосылка для субъектов экономической деятельности задачу улучшения безопасности труда отодвигать на второй план. Фактически это формальный повод работодателям не вкладывать средства в обеспечение охраны труда, выполнение нормативных требований безопасности.

Проблемы безопасности актуальны не только для России. За последние пять десятилетий мир стал свидетелем широкого спектра природных и техногенных катастроф и чрезвычайных ситуаций. Эти чрезвычайные ситуации включали вспышки инфекционных заболеваний, таких как тяжелый острый респираторный синдром (торс), грипп H1N1, болезнь, вызванная вирусом Эбола, холера, вирус Зика, коронавирус COVID-19, которые периодически возникают в различных частях мира. Помимо вспышек инфекционных заболеваний, другие ключевые чрезвычайные ситуации включали радиационные чрезвычайные ситуации (например, Чернобыль, Фукусима) и химические чрезвычайные ситуации (например, утечка токсичного газа в Бхопале, разлив нефти на глубоководном горизонте). Кроме того, во всем мире произошло большое количество стихийных бедствий, таких как цунами в Индийском океане, землетрясения, землетрясения и циклоны на Гаити, Филиппинах и в Пакистане [1].

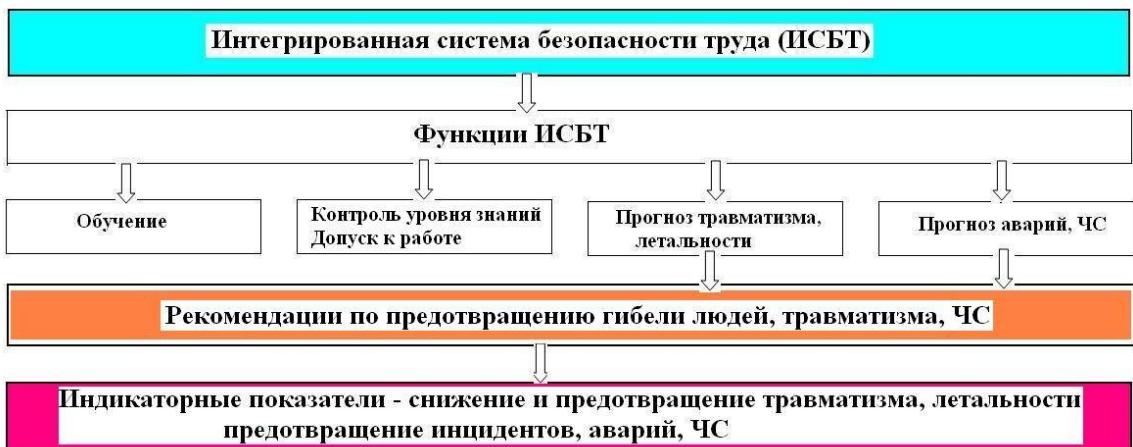
Нынешние экологические, экономические и политические события и тенденции свидетельствуют об увеличении в будущем масштабов и частоты бедствий. К явлениям, подкрепляющим это предположение, относятся увеличение энергопотребления, изменение климата и загрязнение окружающей среды, рост численности населения, распространение индустриализации по всему миру, расширение транспортных средств и растущее распространение терроризма. В 2015 г. в ряде стран произошла сильная засуха, которая длилась два года. Возникли проблемы продовольственной безопасности, а последующие дожди и повышение температуры в различных регионах Земли (эффект Эль-Ниньо) обусловили различные виды угроз для здоровья человека, такие как вспышки болезней, голод, нарушение работы различных служб, в том числе, здравоохранения [2].

С глобальным ростом производства, торговли и использования химических веществ (например, в сельском хозяйстве) возрастает общемировой риск химических инцидентов на опасных производственных объектах. Опасности на химических предприятиях характерны для развивающихся стран, а также для регионов, где идет перестройка промышленного производства, стран с переходной экономикой. В этих регионах, где химическое производство, добыча, переработка и использование тесно связаны с экономическим развитием, наблюдают повышенный уровень различных опасностей. По прогнозам производство в этих странах увеличится в шесть раз к 2050 году [3, 4]. Управление такими вспышками и чрезвычайными ситуациями предполагает тесную координацию и сотрудничество между большим числом различных организаций в сфере безопасности труда.

Таким образом, для решения проблем безопасности необходимо выполнить ряд инженерных и организационных мероприятий. Мероприятия зависят от различных обстоятельств, условий производства, уровня автоматизации, профессиональной подготовки специалистов.

Так, согласно различным исследованиям удельный вес работников, занятых во вредных (опасных) условиях труда, имеет тенденцию к ежегодному увеличению. Такие данные объективны, приведены в различных исследованиях [5-8].

Основной подход, позволяющий решить комплексно проблемы безопасности труда, а также проблему безопасности вообще, заключается в создании и внедрении на каждом объекте экономики, структурном подразделении, где осуществляется трудовая деятельность интегрированной системы безопасности труда (ИСБТ). Создание такой системы позволит не только осуществить переход на цифровые системы безопасности труда, но и систему безопасности в широком понимании этого термина. Функции ИСБТ представлены на рисунке.



Основные функции интегрированной системы безопасности труда

Интегрированная система безопасности труда позволяет осуществлять комплекс мер, реализация которых приводит к снижению показателей травматизма, заболеваемости, летальности в различных отраслях деятельности человека.

К функциям ИСБТ относятся основные элементы – обучение персонала предприятий, человека, подвергающегося неблагоприятным физическим, химическим, биологическим, психологическим воздействиям, контроль уровня знаний в области безопасности труда, допуск к работе работающего персонала, прогноз летальности и травматизма в данной сфере экономики, прогноз аварий и чрезвычайных ситуаций.

Важный элемент ИСБТ – прогноз травматизма, летальности, аварий и ЧС на предприятиях и опасных производственных объектах (ОПО).

Осуществление реализации функций ИСБТ планируется осуществлять на основе модульных технологий.

Модуль обучения и контроля уровня знаний, допуска к работе осуществляется с применением стандартных тестовых заданий, реализованных с применением специальных компьютерных оболочек.

Модуль оценки травматизма, летальности, риска получения профессионального заболевания, рассматривается применительно к рабочему месту. Для оценки профессионального риска травматизма, профессионального заболевания, летальности планируется использовать фундаментальный закон Вебера-Фехнера и результаты следующих мероприятий:

- контроля в сфере экономики, предприятии, ОПО, проводимого по нормативным документам;
- проведение государством различных видов надзора – санитарного, эпидемиологического, социальных условий жизни;
- проведение оценки надежности и безопасности оборудования, выпускаемой продукции как бытового, так и производственного назначения;
- осуществление специальной оценки рабочих мест по условиям труда в соответствии с законодательством;
- внедрение добровольной сертификации организаций, специалистов и технологических процессов в области охраны труда.

Модуль прогнозирования аварий реализуется основе математических моделей аварий, ЧС. Например, авария и ЧС рассматривается в виде модели «стареющей системы» или «редких событий» на основе распределения Пуассона.

Содержание и создание ИСБТ включает в себя следующие этапы.

1. Разработка модулей системы обучения, контроля знаний, допуска к работе, оценки условий трудовой деятельности.

2. Установление корреляционных закономерностей между рисками и показателями травматизма и аварийности и условиями труда.
3. Определение энергетических показателей опасных производственных объектов и их связи с рисками травматизма, летальности, риска получения профессионального заболевания, показателями травматизма.
4. Прогнозирование рисков аварий, чрезвычайных ситуаций, травматизма, летальности в различных сферах деятельности человека, на опасных производственных объектах.
5. Разработка системы безопасности труда и снижение травматизма, рисков аварий и чрезвычайных ситуаций на предприятиях и опасных производственных объектах.

#### Литература

1. Disasters list. Brussels: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. –2009. – 59 P. [Электронный ресурс.] – URL: [//www.who.int/occupational\\_health/Web\\_OSH\\_manual.pdf](http://www.who.int/occupational_health/Web_OSH_manual.pdf) (дата обращения к сайту 15.01.2020.)
2. El Nino and health: global overview January 2016. Geneva: World Health Organization; 2016 – 129 Р. [Электронный ресурс.] – URL: [//www.who.int/occupational\\_health/Web\\_OSH\\_manual.pdf](http://www.who.int/occupational_health/Web_OSH_manual.pdf) (дата обращения к сайту 15.01.2020).
3. OECD Environmental Outlook to 2050: the consequences of inaction. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. – 2012. – 173 Р. [Электронный ресурс.] – URL: [//www.who.int/occupational\\_health/Web\\_OSH\\_manual.pdf](http://www.who.int/occupational_health/Web_OSH_manual.pdf) (дата обращения к сайту 15.01.2020)
4. Health worker Ebola infections in Guinea, Liberia and Sierra Leone. Geneva: World Health Organization. – 2015. – 131 Р. [Электронный ресурс.] – URL: [//www.who.int/occupational\\_health/Web\\_OSH\\_manual.pdf](http://www.who.int/occupational_health/Web_OSH_manual.pdf) (дата обращения к сайту 15.01.2020).
5. Актуальные проблемы в области охраны труда [Электронный ресурс] – URL: [//otpb.com.ru/articles/aktualnye-problemy-v-oblasti-ohrany-truda](http://otpb.com.ru/articles/aktualnye-problemy-v-oblasti-ohrany-truda) (дата обращения к сайту 15.01.2020).
6. Актуальные проблемы в области охраны труда, пути решения [Электронный ресурс] – URL: [//vuzlit.ru/708797/aktualnye\\_problemy\\_ohrany\\_truda\\_puti\\_razresheniya](http://vuzlit.ru/708797/aktualnye_problemy_ohrany_truda_puti_razresheniya) (дата обращения к сайту 11.02.2020).
7. Лучшая революция [Электронный ресурс] – URL: [//revolution.allbest.ru/life/006753320.html](http://revolution.allbest.ru/life/006753320.html) (дата обращения 21.01.2020).
8. Самарская Н.А. Состояние условий и охраны труда в современной России / Н.А. Самарская // Экономика труда. – 2017. – Том 4. – № 3. – С. 209-222.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

A. N. Lopanov, K. V. Tikhomirova, Y. S. Semykina, V. V. Ivanova

#### INTEGRATED LABOR SAFETY PROBLEMS, PREDICTION OF INJURIES, ACCIDENTS AND EMERGENCY SITUATIONS IN VARIOUS INDUSTRIES, HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

The article considers the main problems of labor safety. A comprehensive solution in the field of labor safety at production facilities and enterprises is considered. The concept of safe work as a science is justified, the conditions for safe human activity and the relationship of safety problems with emergency situations are identified, and measures are taken to solve them. The system of labor safety at the enterprise is developed

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

А. В. Рыбаков, Е. В. Иванов, В. А. Нестеров, Л. Е. Иванова

## О РАЗРАБОТКЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СУБЪЕКТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В работе представлены основные подходы к формированию рационального плана мероприятий для обеспечения требуемого уровня защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации. На основе рассмотренных подходов представлена структурно-функциональная модель обоснования мероприятий для обеспечения требуемого уровня защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации

Возникший ввиду изменяющейся внешнеполитической ситуации и внутри политического курса страны пересмотр основных концепций Стратегического развития Российской Федерации поставил перед единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ряд проблемных вопросов.

К числу таких вопросов относится вопрос определения целей, задач и приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Следует отметить, что целых два Указа президента регламентируют вопросы стратегического развития системы защиты населения и территорий на период до 2030 года [1, 2].

Важным обстоятельством является тот факт, что данные нормативные документы ставят задачу по формированию эффективного механизма оценки применения законодательства Российской Федерации и реализации документов стратегического планирования. Однако в настоящее время мера, позволяющая проводить оценку эффективности реализации документов стратегического планирования в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, отсутствует.

Проведение оценки применения законодательства Российской Федерации и реализации документов стратегического планирования в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций в настоящее время осуществляется путем оценки частных показателей без учета специфики оцениваемых субъектов. В свою очередь существует необходимость оценки эффективности реализации, исходя из комплексного анализа, учитывающего как значения частных показателей эффективности, так и специфику субъектов.

В работе [3] предложен подход такой оценки на основе комплексного (интегрального) показателя оценки эффективности реализации задач государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Рассматриваемый комплексный (интегральный) показатель объединяет в себе ряд частных оценок (по основным направлениям и задачам государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций), оказывающими соответствующий вклад в суммарные значения показателя (1).

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^7 I_i \times \alpha_i \quad (1)$$

Где  $I_i$  – показатель, характеризующий эффективность решения  $i$ -ой задачи государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

$i$  – число задач государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС (всего 7 [1]);

$\alpha_i$  – весовой коэффициент, характеризующий величину вклада задачи государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в значения интегрального показателя оценки эффективности реализации задач государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Для нахождения значений показателей, характеризующих эффективность решения  $i$ -ой задачи, осуществляются расчеты, по формулам аналогичным (1).

$$I_i = \sum_{j=1}^m I_i^j \times \beta_j \quad (2)$$

Где  $I_i^j$  – показатель, характеризующий эффективность решения  $j$ -го направления  $i$ -ой задачи государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

$j$  – число направлений государственной политики в области защиты населения и территорий от ЧС, определенных в  $i$ -ой задаче;

$\beta_j$  – весовой коэффициент, характеризующий величину вклада  $j$ -го направления в  $i$ -ую задачу государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Порядок определения значений показателей  $I_i^j$  подробно описан в [3] и в данной работе рассматриваться не будет.

Сравнение рассчитанных значений комплексного показателя с целевыми значениями (определяются при условии достижения целевых значений частных показателей), а также анализ динамики изменения в зависимости от проводимых в субъекте мероприятий позволят сделать вывод о эффективности мер, применяемых для обеспечения защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, установив функциональную зависимость значений комплексного показателя от перечня и объемов мероприятий, можно сформировать оптимизационную задачу, заключающуюся в определении такого перечня и объемов мероприятий, направленных на защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, при которых будет осуществляться достижение целевых значений частных показателей и комплексного показателя, а объем ресурсов, затрачиваемых на осуществление мероприятий, будет минимальным (3) и (4).

$$I_{\Sigma} = f(I_i^j, \alpha_i, M_k, R_{M_k}) \rightarrow I_{\Sigma_{\text{цел}}}, \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^l R_{M_k} \rightarrow \min, \quad (4)$$

Где  $R_{M_k}$  – ресурсы, выделяемые для их проведения;

$M_k$  – мероприятия проводимые в рамках реализации государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

$I_{\Sigma_{\text{цел}}}$  – целевые значения комплексного (интегрального) показателя оценки эффективности реализации задач государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

$l$  – количество мероприятий выполняемых в целях реализации задач государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В свою очередь в качестве ограничений определяем, что ресурсы, выделяемые в рамках выполнения  $k$ -го мероприятия должны лежать в интервале некоторых минимально и максимально допустимых пороговых значений.

Такое же требования о принадлежности к допустимому интервалу распространяется и на значения частных показателей эффективности по задачам и направлениям государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, сумма весовых коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  (в пределах рассчитываемых показателей) должна равняться единице.

Существенную сложность при решении задачи (3-4) будет составлять выявление связи между выделяемыми ресурсами и изменением значений целевой функции, построить точную математическую модель, описывающую данную зависимость, не представляется возможным. Именно поэтому в качестве подхода к решению задачи определения перечня и объемов мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций доставляющих целевую функцию комплексного показателя к целевым значениям при минимальных затратах на реализацию мероприятий, будет применяться метод искусственных нейронных сетей [4].

При этом искусственные нейронные сети могут быть применены в целях прогнозирования значений целевых показателей. Обучение сети возможно на примерах затрат финансовых ресурсов на те или иные мероприятия в прошедших годах.

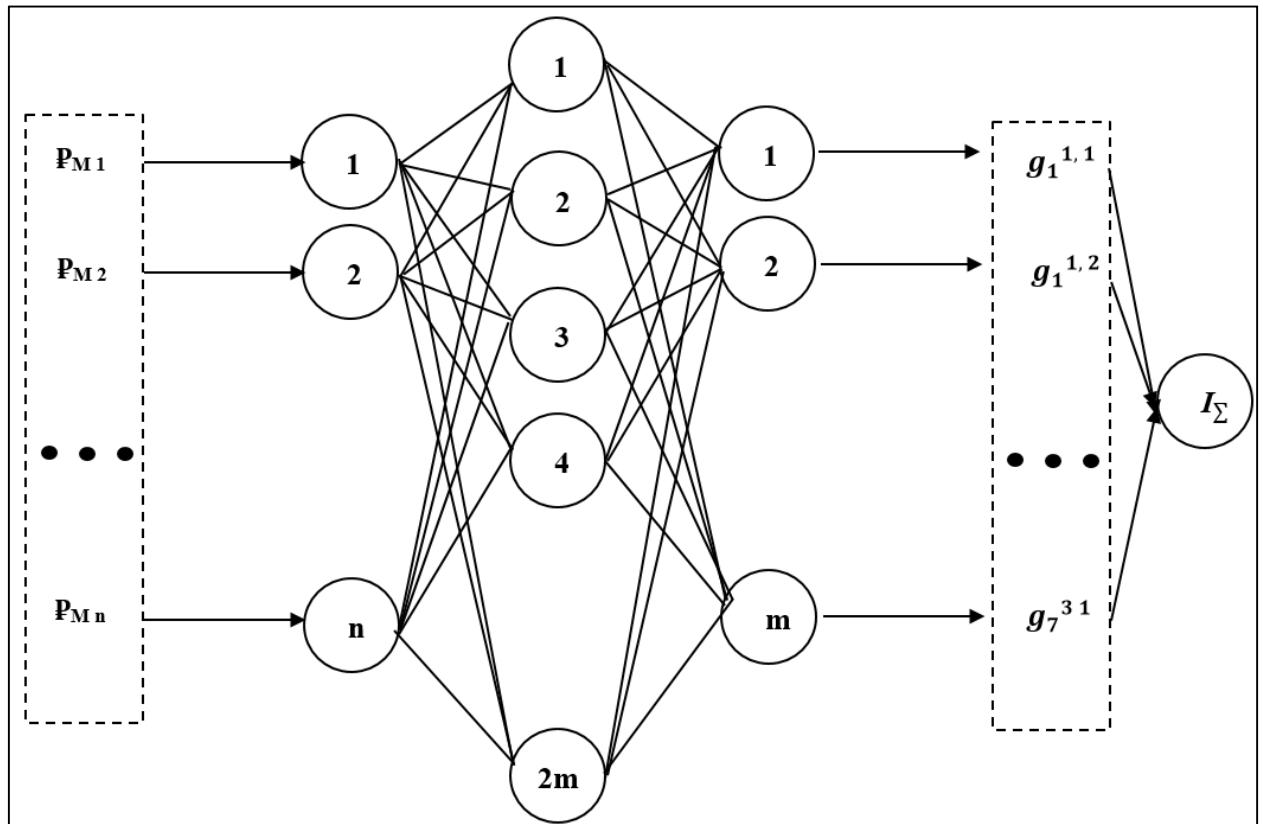


Рис. 1. Структура нейронной сети, применяемой для решения задачи обоснования перечня и объемов мероприятий для обеспечения требуемого уровня защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций

Для обучения нейронной сети на вход подаются значения финансовых ресурсов (объем мероприятий), затрачиваемых в целях реализации государственной политики субъекта в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. В случае если то или иное мероприятие не проводилось в указанный период, то подаваемые во входном векторе значения, соответствующие данному мероприятию равны «0».

На выход нейронной сети подаются соответствующие значения выходных данных (исходные данные, применяемые для оценки эффективности реализации государственной политики в области защиты населения и территории в субъекте Российской Федерации). Для корректного установления связей между объемом мероприятий и значениями показателей для входных данных должны учитываться значения показателей дефлятора для соответствующего периода.

Большую значимость при подготовке исходных данных для обучения нейронной сети представляет полнота и достоверность информации. При решении проблемы качества

исходных данных, ключевая роль на взгляд авторов должна принадлежать органам исполнительной власти субъекта Российской Федерации и непосредственно главе субъекта.

После обучения нейронной сети на некоторой выборке исходных данных производится верификация результатов обучения (т. е. определяется насколько правильно обучилась нейронная сеть). Для осуществления проверки на вход обученной нейронной сети подается вектор входных данных для периода, не вошедшего в обучающую выборку. Сравнив прогнозные значения с реальными, можно сделать вывод о пригодности применения обученной нейронной сети для целей прогноза.

В случае если проверка дает слишком большие расхождения, необходимо проверить корректность данных применяемых для обучения сети. Кроме того, немаловажным остается вопрос о отбрасывании случаев, когда имели место «разовые выбросы».

Необходимо также понимать, что обученная по результатам исходных данных одного субъекта нейронная сеть не сможет адекватно прогнозировать обстановку для другого субъекта, что связано с особенностями регионов и соответствующих региональных программ защиты населения и территорий.

Таким образом структурно-функциональная модель системы обоснования мероприятий по обеспечению требуемого уровня защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации представлена в общем виде на рис. 2.

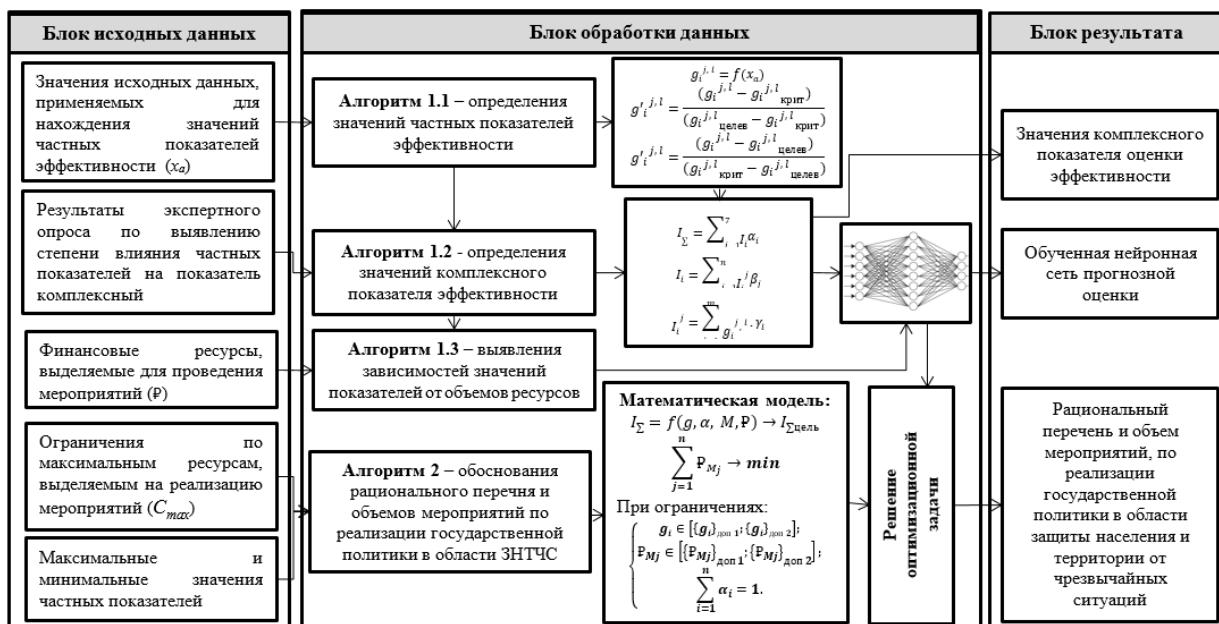


Рис. 2. Структурно-функциональная модель системы обоснования мероприятий по обеспечению требуемого уровня защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации

Необходимо отметить, что все представленные в статье подходы по своей сути служат одной цели – формированию рационального плана мероприятий для обеспечения требуемого уровня защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации.

Реализация предложенного подхода, предусматривающего применение искусственных нейронных сетей позволит осуществлять планирование бюджетных обязательств субъекта (в части касающейся мероприятий защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций) с учетом специфики региона и наиболее характерных опасностей и рисков. Такой учет станет возможен за счет применения для обучения искусственной нейронной сети достоверных сведений о основных показателях характеризующих данную сферу в предыдущие периоды планирования и выявления таким образом взаимосвязей между показателями и значениями затрачиваемых ресурсов.

## Литература

1. Указ Президента Российской Федерации № 12 от 11 января 2018 года «Основы государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года»: [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант» URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_287639/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_287639/) (дата обращения 07.01.2020 г.).

2. Указ Президента Российской Федерации № 501 от 16 октября 2019 года «О стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года»: [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы МЧС России URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/ukazy-prezidenta-rf/3208> (дата обращения 07.01.2020 г.).

3. Рыбаков А. В., Иванов Е. В., Нестеров В. А. О подходе к оценке эффективности реализации задач государственной политики в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций на основе интегрального показателя // Вестник НЦ БЖД. – 2019. - № 4 (42) – С.114-121.

4. Ширяев, В. И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. / В. И. Ширяев. – М.: ЛИБРОКОМ, 2013. – 232 с.

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия

A. V. Rybakov, E. V. Ivanov, V. A. Nesterov, L. E. Ivanova

## ON THE DEVELOPMENT OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL OF JUSTIFICATION OF MEASURES TO ENSURE THE REQUIRED LEVEL OF PROTECTION OF POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

The paper presents the main approaches to the formation of a rational plan of measures to ensure the required level of protection of the population and territory from emergency situations in the subject of the Russian Federation. Based on the considered approaches, a structural and functional model for justifying measures to ensure the required level of protection of the population and territory from emergency situations in the subject of the Russian Federation is presented

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

УДК 614.8

И. И. Косинова

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ ОРГАНОВ И СТРУКТУР МЧС ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье поднимается вопрос об эффективности научного сопровождения при деятельности природоохранных органов и структур МЧС Воронежской области, о практической пользе деятельности Экспертного совета. Рассматривается проблема «дурного запаха» в г. Воронеже

Проблемы соотношения и взаимодействия науки и практики всегда имели однозначное трактование. Основными задачами науки является, с одной стороны - проведение фундаментальных разработок в различных областях знания, с другой стороны - обеспечение эффективности решения практических проблем. Важным направлением также является разработка прогнозов и моделей развития ситуаций для выработки способов и методов реагирования на вызовы природного и техногенного характеров. Отдельной сферой деятельности является область нештатных и чрезвычайных ситуаций. Известно, что катастрофы подразделяются в зависимости от характера их развития и проявления на пороговые и точечные. Первые характеризуются неким периодом развития ситуации, накапливающей негативные факторы и процессы, что в определенный момент реализуется в виде чрезвычайной ситуации. Точечные катастрофы отличаются очень коротким периодом времени развития ситуации и мощной разгрузкой в виде катастрофических проявлений.

Данная классификация является унифицированной и характерна как для природных сред, так и для социальных, медико-биологических, экономических и др. систем. Деятельность в области чрезвычайных ситуаций можно подразделить на несколько блоков:

1. Профилактический. Имеет весьма высокий уровень ответственности, предполагает нивелирование возможностей развития чрезвычайных ситуаций.

2. Прогнозный - формирует вероятностные модели катастроф. Качество прогнозов зависит от качества и достоверности базовой информации, системы и качества мониторинга.

3. Ликвидационный - реализуется в формате комплекса спасательных мероприятий. Является наиболее финансово затратным, сопровождается человеческими и материально-техническими потерями.

Несомненно, что деятельность органов, реализующих свою деятельность в сферах возможного проявления чрезвычайных ситуаций базируется в первую очередь на аналитической и прогнозной деятельности. Именно эти направления деятельности в настоящее время являются основными задачами Главных управлений МЧС России и регионов.

В этой связи создание и деятельность Экспертного совета по вопросам предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при Комиссии правительства Воронежской области по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности является инновационным направлением деятельности. В состав Экспертного совета входят ведущие ученые практически всех крупных вузов Воронежской области. Среди них представители:

- ФГ БОУ ВО ВГУ;
- ФГ БОУ ВО ВГТУ;
- ФГ БОУ ВО ВГПУ;
- ФГ БОУ ВО ВГАУ;
- ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»;
- ФГБОУ ВПО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко»;
- ФКО ОУ ВО «ВИ ФСИН».

В качестве основных проектов деятельности Экспертного совета за истекший период следует отметить:

- оценка экологических рисков для населения и природной среды в результате самоизлива скважин в зоне предполагаемой добычи медно-никелевых руд, Новохоперский район;
- определение основных направлений экологического менеджмента района Воронежского водохранилища;
- научно-методическое обоснование стабилизации оползневых процессов районов Воронежской области;
- формирование инженерных решений по обеспечению устойчивости берегов рек в условиях боковой эрозии и абразии берегов Воронежского водохранилища;
- консультирование по организации работ по организации ликвидации кризисной ситуации, связанной с отравлением населения мышьяком через питьевую воду в Семилукских Выселках, г.о.г. Воронеж;
- методическое сопровождение АПК «Безопасный город» городов Воронежа и Нововоронежа;
- организации и проведение ежегодной Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности» и др.

В течение 2017-2019 гг. в городе большую актуальность приобрела проблема патогенного запаха, распространяющегося по районам города в теплый период времени. Члены Экспертного совета принимают активное участие в анализе причин данного явления и оценке его негативных последствий. Выявлено, что возникновение патогенных запахов, насыщенных эманациями канализации, сероводородными проявлениями приводит к

значительному росту аллергических заболеваний, астматических проявлений, нарушению функций дыхательной системы, развитию неблагоприятных психосоматических реакций. Проведенные исследования базируются на данных служб МЧС. Выявлено, что существует тенденция в нарастании интенсивности патогенного запаха в течение летне-осеннего периода. Особенности его проявленной отражены на графике обращения граждан в службу 112 за 2018 г. (рис.1). С апреля по сентябрь 2018 г отмечается стабильное присутствие данного запаха в городе, что фиксируется в постоянстве обращений (от 19 до 28 обращений). Резкий пик, отмеченный в октябре, составляет 151 обращение. При этом места проявления патогенного запаха присутствуют практически во всех районах города. Общее количество обращений по данному вопросу составило 346. Подобная ситуация развивалась и в 2019 г. Там общее количество обращений по данному вопросу составило 1115, что в 10 раз превысило прошлогодние результаты. При этом максимумы фиксируются для весеннего и осеннего месяцев. В апреле негативная ситуация отражена в 206 обращениях граждан. Несомненно, наблюдается развитие пороговой чрезвычайной ситуации. Обсуждение данной проблемы на совещании у Губернатора Воронежской области в результирующей части имело утверждение об основном источнике патогенного запаха, к которому отнесли левобережные очистные сооружения ООО «ЛОС». Роль данного объекта в общем экологическом неблагополучии территории города и Воронежского водохранилища широко известна. Однако концентрирование внимания на одном объекте явно не объясняет широкое распространения аномалии запаха по территории г. Воронежа.

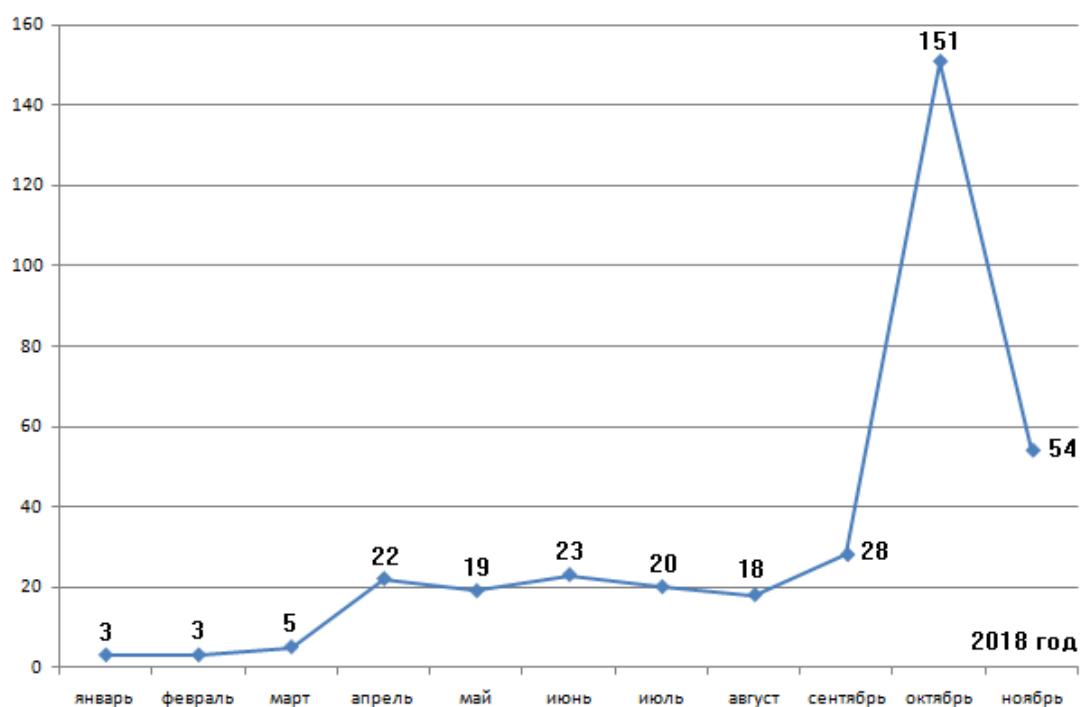


Рис. 1. Динамика обращений граждан по поводу патогенного запаха - 2018 г.

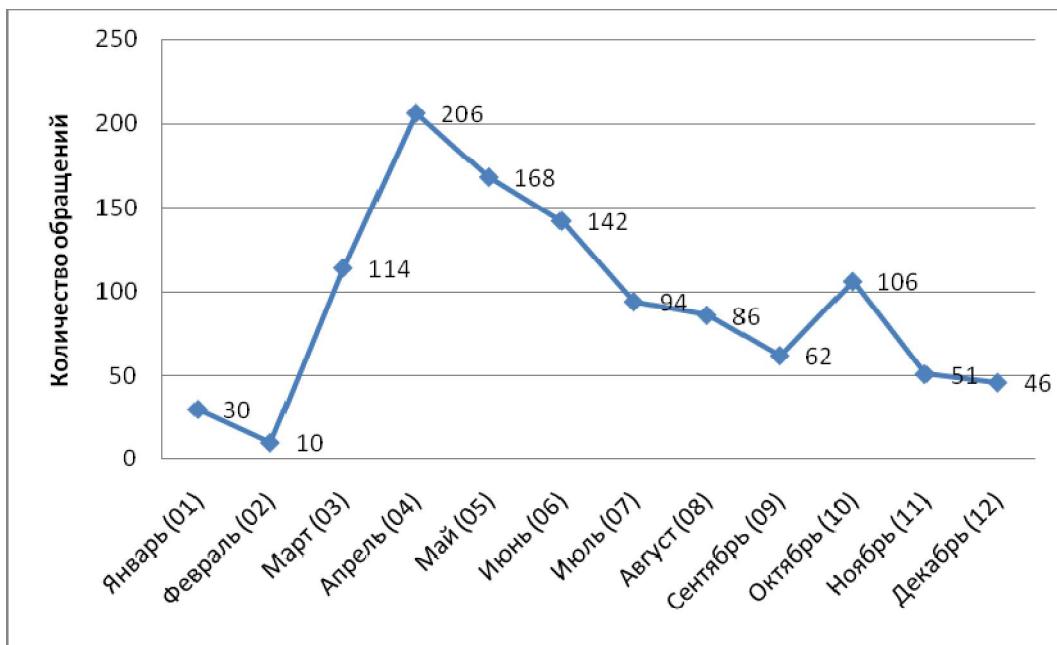


Рис. 2. Динамика обращений граждан по поводу патогенного запаха - 2019 г.

Влияние левобережных очистных сооружений находится в приоритете, однако в таком же количестве зафиксированы обращения и с юго-западного района. Здесь ведущую роль играют правобережные очистные сооружения. В определённых климатических условиях (высокая влажность, температуры от -2 до 5 градусов) в пониженных частях рельефа формируются облака аэрозолей, адсорбирующих патогенный запах. Помимо очистных сооружений, расположенных в плотно застроенной черте города, существуют и иные источники формирования чрезвычайной ситуации. Проведенные исследования выявили чрезвычайно высокий уровень влияния несовершенства отведения канализационных стоков в городе на формирование и развитие патогенной зоны запахов, общего экологического неблагополучия. Среди них:

1. Разливы канализационных стоков на рельефе в результате неликвидированных аварий. Сбросы канализации в виде зловонных рек фиксировались в районах ул. Курортной, в микрорайона Лесная Поляна, ул. Ломоносова и многих других (рис. 3).



Рис. 3. Река канализации по ул. Ломоносова, декабрь 2019 г.

Ручей из нечистот растекся почти на 1,5 км по ул. Шишкова, д.142. Местные жители отмечают, что подобные аварии происходят в этом месте примерно раз в три месяца.

2. Использование комбинированных систем отведения, аккумулирующих как ливневые, так и хоз-бытовые стоки. Опыт показывает, что нередко подобные системы включают и канализационные стоки. В результате при пиковых погодных условиях город получает либо выброс нечистот на поверхность при высоком давлении (при высоких уровнях осадков), либо аномалии патогенных запахов при недостаточном количестве воды в сети водоотведения при засушливом периоде.

3. Сброс ливневых стоков, содержащих компонент канализационных, представляет собой исключительно криминальную ситуацию, прогноз развития которой может вызвать вспышки эпидемий инфекционных заболеваний. Сброс данных вод в Воронежское водохранилище в условиях повышенных температур приводит к активному развитию болезнетворных бактерий. Аншлаги, размещаемые на берегах и предупреждающие о запрете купания, часто игнорируются. Особенно детьми, которые активно купаются в Воронежском море.

Члены Экспертного совета по вопросам предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при Комиссии правительства Воронежской области по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в рамках двух федеральных программ - Безопасный город и Мой город готовится - акцентируют внимание:

1. На нарастание критической ситуации в городе Воронеже по показателю патогенного запаха. Последний является индикатором общего загрязнения компонентов природной среды органическими загрязнителями.

2. На необходимость разработки и внедрения комплекса мероприятий по ликвидации выявленных источников формирования чрезвычайной ситуации.
3. Безотлагательность решений по модернизации объектов водоотведения и водоочистки в городе.
4. Необходимость экологического обоснования генплана г.Воронежа с учетом плотности застройки плотно заселенных территорий, участков распространения старых сетей канализации и водоотведения.

Председатель Экспертного совета по вопросам предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при Комиссии правительства Воронежской области по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности

I. I. Kosinova

## ON THE EFFECTIVENESS IN SCIENTIFIC SUPPORTING THE PROJECTS IS OPERATED OF ENVIRONMENTAL AUTHORITIES И STRUCTURES EXECUTIVE AUTHORITY HAVE THE AUTHORITY TO THE EMERGENCY SITUATION

The article suggests the effectiveness in scientific supporting the projects is operated of environmental authorities и structures executive authority have the authority to the emergency situation. The article shows the results of natural or man-made disasters by of the Voronezh region. The paper presents a brief review of the problem about the unpleasant smell in Voronezh region

The expert council for natural or man-made disasters by of the Voronezh region government commission in the disaster risk managementand providing fire safety

А. В. Вытовтов, Р. В. Баранкевич

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ РОЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ С ДВИЖУЩЕГОСЯ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТИ

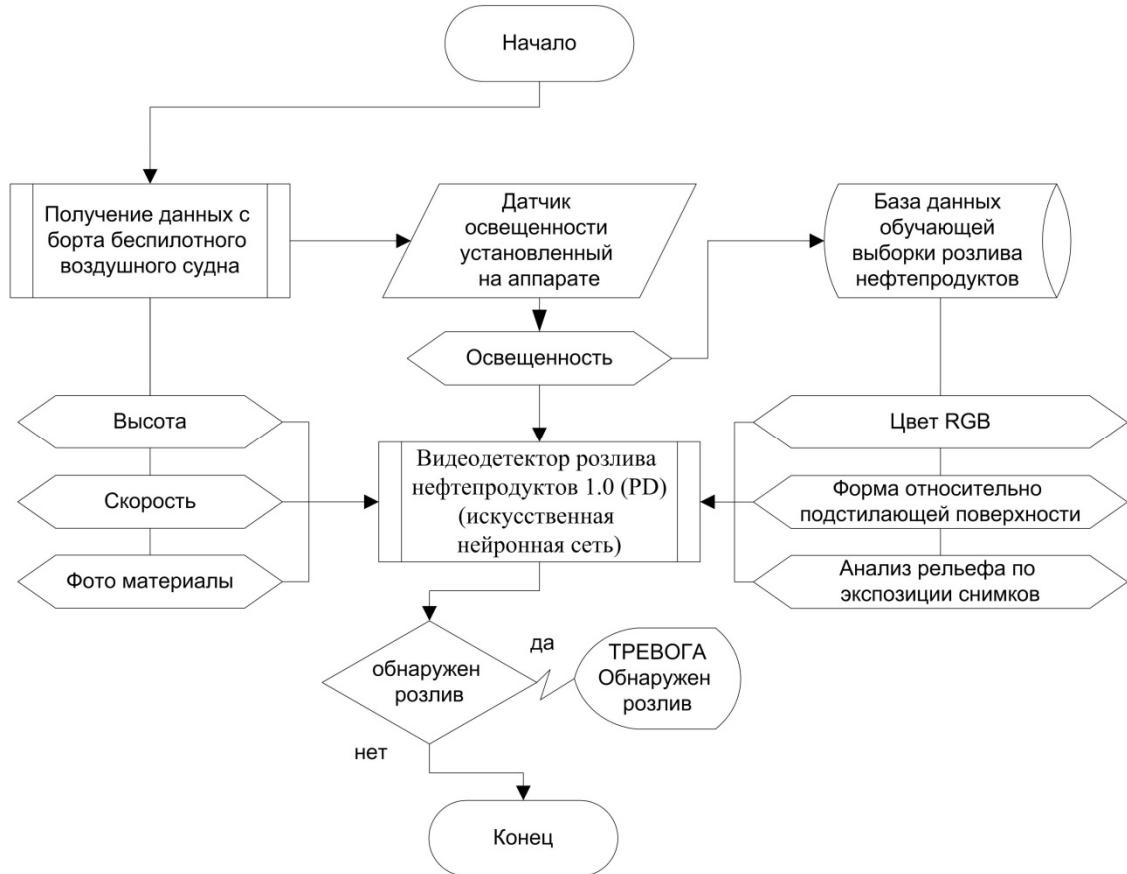
Разработан алгоритм автоматизации мониторинга нефтегазопроводов с беспилотного воздушного судна направленный на обнаружение розлива нефтепродуктов. В качестве устройства получения исходных данных выбрана типовая фотокамера с частотой захвата кадр в две секунды. Идентификация производится бортовым микропроцессором с использованием базы данных и нейросети обрабатывающей данные без передачи на наземную станцию управления

Анализ государственных закупок показал, что с 2017 года востребованной является услуга «Мониторинг трубопроводов с применением беспилотных летательных аппаратов». Предприятия, обслуживающие трубопроводы, имеют возможность заключить контракт на облет газонефтепроводов и получить оперативные и качественные данные мониторинга по низкой цене [1]. Традиционно для подобных целей используются вертолеты с экипажем, состоящим из специалистов по разным направлениям [2]. Каждый из которых, как правило, визуально оценивает территорию у трубопровода через иллюминатор [3]. Высокая стоимость часа полетов и низкая информативность способа побуждают компании дополнительно заказывать мониторинг с беспилотных воздушных судов. Летательные аппараты могут комплектоваться различным навесным оборудованием в зависимости от целей мониторинга. По обобщенным данным компании исполнителя работ ООО Финко, наиболее распространенными являются заказы на фото съемку объекта мониторинга. Это обусловлено высоким качеством результатов обследования, низкой массой навесного оборудования, наличием координат у фото материалов и экономным электро потреблением на протяжении полетного задания. При этом необходимо выделить следующие недостатки: отсутствие возможности получать информацию оператором наземной станции управления в режиме реального времени, высокие трудозатраты на просмотр отснятого материала, задержка в принятии решения по результатам мониторинга, отсутствие возможности произвести пролет выявленного сектора в одном полетном задании. Типовым условием государственного контракта по данному типу работ являются задачи по обнаружению розлива нефтепродуктов, пожара, нарушения охранной зоны трубопровода [5]. В каждой цели оперативность получения данных оказывает существенное влияние на принятие решения и повышает эффективность мониторинга.

Отдельно необходимо отметить человеческий фактор. При выполнении полетов над газонефтепроводами минимальное количество персонала два человека. В их обязанности входит транспортировка к месту мониторинга, развертывание комплекса беспилотной авиационной системы, программирование полетного задания, запуск аппарата, контроль полета, посадка, перебазирование. Как правило, трубопроводы находятся в труднодоступной местности, и группа выполняет свои обязанности продолжительное время. Работникам тяжело выполнять ежедневную многочасовую работу по просмотру отснятого материала, особенно в полевых условиях, при высокой загруженности по обеспечению безопасных полетов. Описанные выше условия дают представление о части не проанализированного материала. Перед попаданием к заказчику работ полученный материал проходит проверку в Управлении федеральной службы безопасности Российской Федерации по региону, что занимает значительное время.

Перечисленные факторы свидетельствуют об острой необходимости в создании алгоритмов автоматизации процессов мониторинга газонефтепроводов [6]. Задача

обнаружения пламенного горения решена за счет эмпирической математической модели по ряду программных фильтров видео изображения [7].



Алгоритм автоматизированной идентификации розлива нефтепродуктов с беспилотного воздушного судна

Задача обнаружения розлива нефтепродуктов относительно пламенного горения имеет некоторые особенности затрудняющие обнаружение, а именно: розлив не светится, не выделяет дым, не мерцает, не занимает вертикальный объем в пространстве. Предпосылками для создания алгоритма явились следующие факторы: пролив нефти отличается по цвету на местности, как правило, заполняет понижения рельефа, сопряжен с участком прохождения нефтепровода (рисунок). Форма розлива может значительно различаться, количество данных не достаточно для определения с помощью математически простых программных фильтров. Для решения поставленной задачи допустимо использовать искусственную нейронную сеть.

Условием адекватного функционирования нейронной сети является большой объем обучающих данных, позволяющих программе делать выводы о смежных результатах объекта исследования относительно эталона. В рамках исследования поставщиком исходных данных является партнер проекта ООО Финко г. Ижевск. Задача автоматизации процесса идентификации разделена на два этапа. Первый этап создание программного продукта работающего на стационарном компьютере для облегчения работы оператора на земле. Второй этап создание программного продукта интегрированного в летательный аппарат, с обеспечением работы в режиме реального времени. Принципиальная структура работы алгоритма обнаружения представлена выше. В реализации проекта зарегистрирована и разработана программы для ЭВМ RU 2019615393, 25.04.2019 «Видеодетектор розлива нефтепродуктов 1.0(PD)» [8]. Выводы о математической точности алгоритма, программы и применимости разработанного подхода можно только после экспериментального подтверждения результатов исследования [9].

Использование искусственной нейронной сети требует больших вычислительных мощностей микропроцессора, но позволяет по не явным признакам проанализировать изображение и автоматизировать процесс мониторинга.

#### Литература

1. Степанов Р. А., Белкин Д. С., Перевалов А. С. Перспективы развития и применения беспилотных воздушных судов в МЧС России / Р. А. Степанов, Д. С. Белкин, А. С. Перевалов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2017. – № 2(42). – С. 36-43.
2. Вытовтов А. В., Калач А. В., Трофимец В. Я. Методика автоматизированного мониторинга линейных объектов нефтегазового комплекса с беспилотного воздушного судна / А. В. Вытовтов, А. В. Калач, В. Я. Трофимец // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т.27. – № 4. – С.50-57.
3. Королев Д. С. Методика прогнозирования пожароопасных свойств продуктов нефтепереработки для обеспечения пожарной и промышленной безопасности : дис. ... канд. техн. наук. — Воронеж, 2017. — 105 с.
4. Королев Д. С., Калач А.В., Зенин А. Ю. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности / Д. С. Королев, А. В. Калач, А. Ю. Зенин // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – № 2(15). – С. 42-46.
5. Capitan J., Merino L., Ollero A. Cooperative decision-making under uncertainties for multi-target surveillance with multiples UAVs // Journal of Intelligent and Robotic Systems. — 2016. — Vol. 84, No. 1-4. — P. 371–386. DOI: 10.1007/s10846-015-0269-0.
6. Вытовтов А.В. Методика применения беспилотных воздушных судов для обеспечения пожарной безопасности на нефтегазовых объектах: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2018. – 112 с.
7. Патент на изобретение RU 2669310, 09.10.2018. Экспресс-способ автоматического распознания пламени с борта беспилотного воздушного судна / А. В. Вытовтов, Д. С. Королев, С. А. Шевцов, А. В. Калач // Заявка № 2017138353 от 02.11.2017.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019615393, 25.04.2019. Видеодетектор разлива нефтепродуктов 1.0 (PD) / А. В. Вытовтов, Р. В. Бараневич, А. В. Калач // Заявка № 2019614126 от 15.04.2019.
9. Патент на изобретение RU 2692241, 24.06.2019. Экспресс-способ прогнозирования пожароопасных свойств антрахинона и красителей на его основе с использованием молекулярных дескрипторов и искусственных нейронных сетей / Д. С. Королев // Заявка № 2018120058 от 30.05.2018.

Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, г. Воронеж, Россия  
Главное управление МЧС России по Воронежской области, г. Воронеж, Россия

A. V. Vytovtov, R. V. Barankevich

#### ALGORITHM FOR AUTOMATED IDENTIFICATION OF PETROLEUM FILLING FROM A MOVING UNMANNED AIRCRAFT BASED ON A NEURAL NETWORK

An algorithm has been developed for automating monitoring of oil and gas pipelines from an unmanned aerial vehicle aimed at detecting oil product spills. A typical camera with a capture frequency of a frame of two seconds was selected as the device for obtaining the initial data. Identification is performed by an on-board microprocessor using the database and a neural network processing data without transmission to a ground control station

Voronezh institute of Advanced Training of Employees of the EMERCOM of Russia, Voronezh, Russia  
Main Directorate of the Ministry of Emergencies of Russia for the Voronezh Region, Voronezh, Russia

В. П. Лихачев, Е. Е. Пугач, К. Н. Строев

## МАЛОГАБАРИТНЫЙ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РАДАР КОМПЛЕКСА ОБНАРУЖЕНИЯ И БЛОКИРОВАНИЯ МАЛОЗАМЕТНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Изложены принципы функционирования и технические характеристики малогабаритного низкопотенциального радара кругового обзора. Радар обеспечивает обзор пространства в верхней полусфере, обнаружение, определение координат и скорости беспилотных летательных аппаратов. Полученная радаром информация выдается комплексу радиотехнического обнаружения и блокирования беспилотных летательных аппаратов для недопущения террористических действий и нарушений безопасности на транспорте

Количество беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа и области их применения непрерывно растут. БПЛА могут стать эффективным средством террористических действий и нарушения безопасности на транспорте (аэропорты, железные дороги, порты и др.) [1-5]. Современные БПЛА малого класса (самолетного типа и типа квадрокоптера) могут воздействовать на охраняемые объекты из верхней полусфера (углы места более 45 градусов). «Классические» обзорные радары имеют недостатки в части обнаружения БПЛА (наличие «мертвой воронки» и «слепой зоны»), что создаёт серьёзные проблемы при обеспечении мероприятий антитеррора и безопасности на транспорте. На практике, в условиях сложного рельефа местности, очень высока вероятность пропуска маловысотных БПЛА со сниженной радиолокационной заметностью обзорными РЛС ПВО. Средства радиотехнического мониторинга (РТМ) [6] не способны обнаруживать БПЛА, работающие в режиме радиомолчания, а средства оптической разведки ограничены условиями прозрачности атмосферы.

Отсутствуют малогабаритные низкопотенциальные РЛС (МН РЛС) кругового обзора (КО), способные на дальности до нескольких километров обнаруживать на фоне земной поверхности (в «слепых зонах») и на фоне открытого пространства (в «мертвой воронке») низколетящие БПЛА малого класса (самолетного типа и типа квадрокоптера), которые в современных условиях представляют большую угрозу. Необходимо не только установить факт наличия таких БПЛА в зоне ответственности, но и сопровождать их, и выдавать целеуказания, например, комплексам радиоэлектронного блокирования. В связи с необходимостью создания подобных РЛС, способных на дальности до нескольких километров, без «слепых зон» и в «мертвой воронке» обнаруживать БПЛА малого класса и выдавать целеуказания потребителям, в АО «НИИ СТГ» (г. Смоленск) разработан и произведен экспериментальный образец МН РЛС КО.

**Целью данной статьи** является описание принципов функционирования и технических характеристик МН РЛС КО АО «НИИ СТГ» (г. Смоленск), обеспечивающей выдачу целеуказаний комплексам радиотехнического обнаружения и блокирования (КОИБ) БПЛА.

Решения, положенные в основу технологии низкопотенциального радиолокационного обнаружения маловысотных малозаметных воздушных целей, основаны на построении трансформируемого радиолокационного поля, параллельном обзоре пространства несколькими каналами, применении широкополосных квазинепрерывных зондирующих сигналов, имеющих низкую спектральную плотность мощности, обработке сигналов в гомодинном приемнике и когерентного их накопления [7-9].

Внешний вид антенных систем МН РЛС КО показан на рис. 1а и 1б, а их диаграммы направленности (ДН) - на рис. 1в. В МН РЛС КО реализован:

электронный обзор пространства в круговую по азимуту и по углам места выше 20°;

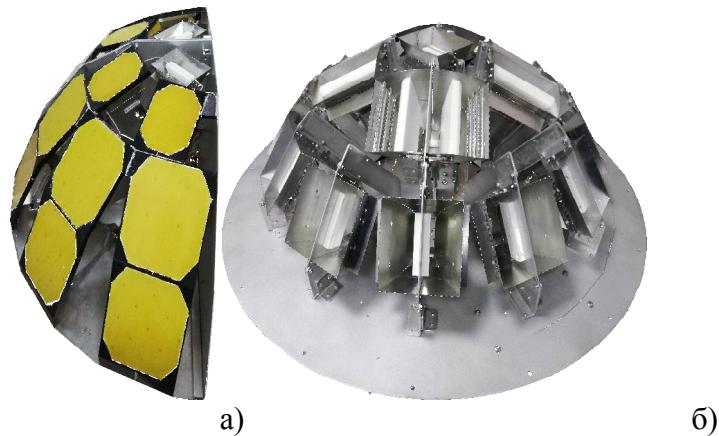
период обзора во всех лучах ДН антенной системы не более 3 с, а в зенитных секторах - 1,5 с;

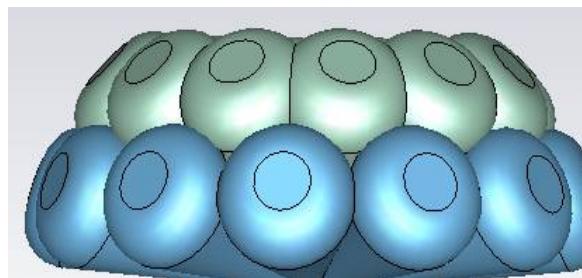
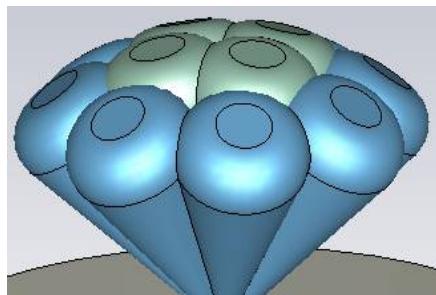
четырехканальный приемник с цифровой обработкой сигналов и реализацией режимов работы: обнаружение и распознавание.

Алгоритм первичной обработки эхо-сигналов в МН РЛС КО заключается в вычислении в реальном масштабе времени двумерного преобразования Фурье в системе цифровой обработки по данным, поступающим с АЦП, и обработки дальностно-скоростного изображения (рис. 2,а – 4,а) алгоритмом обнаружения с постоянным уровнем ложной тревоги. Отсутствие механического обзора пространства позволяет формировать стабильную карту местных отражений в интересах их межобзорной компенсации и определение параметров движения БПЛА [10-11].

Достигнутые характеристики МН РЛС КО и их сравнение с РЛС РАДЕСКАН показаны в табл. 1. Дальность обнаружения БПЛА малого класса 2 км проверялась с использованием БПЛА самолетного типа «Мерлин-21Б» и коптерного типа «Скарабей» (Производство АО «НИИ СТТ» (г. Смоленск).

Результаты работы МН РЛС КО, показанные на рис. 2–4, свидетельствуют о возможности: обнаружения миниБПЛА коптерного типа на расстоянии до 500м (рис. 2 и 3,а,б); наблюдения и сопровождения нескольких БПЛА в каждом пространственном канале (рис. 3,в,г) и обнаружения и определения дальности и скорости БПЛА самолетного типа на расстоянии до 2 км со скоростью до 39 м/с (рис. 4). МН РЛС КО позволяет автоматически обнаруживать зависшие БПЛА мультикоптерного типа по доплеровским составляющим вращающихся винтов (рис. 2), а при наличии соответствующих алгоритмов распознавать тип БПЛА по спектру сигнала.





в)

Рис. 1. Внешний вид а) приемной и б) передающей антенных систем МН РЛС КО и в) диаграмма направленности приемных антенн

Целеуказания по малогабаритным БПЛА самолетного и коптерного типа, обнаруженным МН РЛС КО, могут выдаваться в комплекс радиотехнического обнаружения и блокирования (КОИБ) каналов управления и навигации БПЛА «Стриж-3», показанного на рис. 6 (производство АО «НИИ СТТ» (г. Смоленск)). Основные характеристики КОИБ БПЛА «Стриж-3» представлены в табл. 2.

Таблица 1  
Характеристики малогабаритных низкопотенциальных РЛС

Характеристика РЛС	РАДЕСКАН	МН РЛС КО
	Значение	
Средняя мощность излучения, мВт, не более	100	2000
Ширина рабочего сектора по азимуту, град	90	360
Ширина рабочего сектора по углу места, град	23	70 (20...90)
Максимальная дальность обнаружения объекта (ЭПР не менее $0,01 \text{ м}^2$ ), м	1 000*	1100 <sup>1)</sup>
Максимальная дальность обнаружения объекта (ЭПР не менее $0,1 \text{ м}^2$ ), м	1 500	2000 <sup>2)</sup>
Влияние осадков на дальность обнаружения, м	Да	Нет
Количество каналов обнаружения	1	4
Одновременно вычисляемые траектории объектов	32	36
Период обнаружения траектории объекта, не более, с	3	1,5 ... 3

Окончание табл. 1

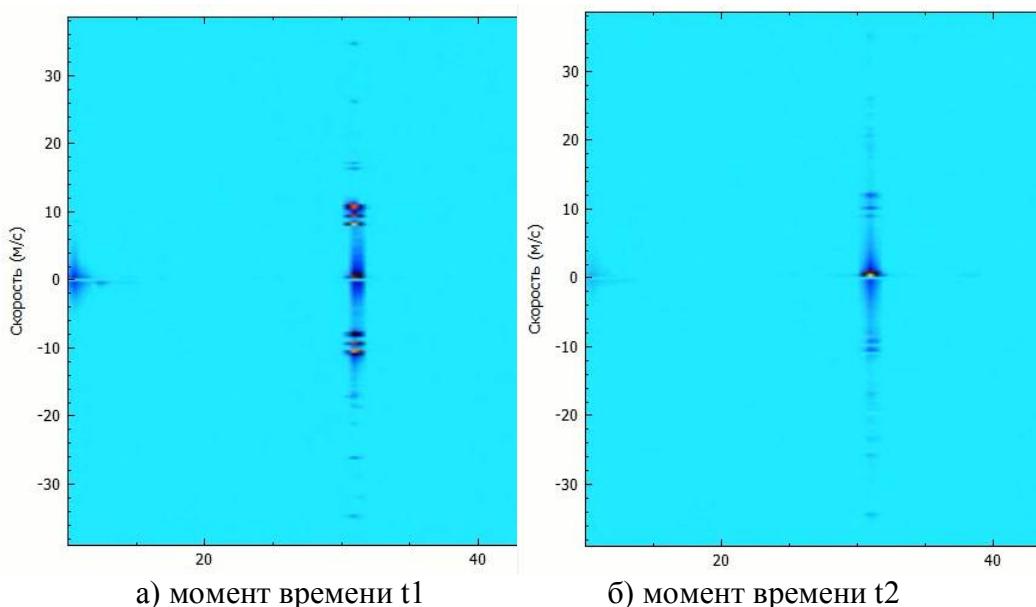
Точность определения дальности, не более, м	8	$0,1 / 3^3)$
Диапазон дальностей обнаружения, км	1,5	$2 / 9^3)$
Точность определения азимута объекта, град	0,5	30
Диапазон радиальных скоростей объектов, км/ч	6...150	$0,36 \dots 140 / 190^3)$
Точность определения скорости объекта, м/с	$\approx 6$	0,1
Определение угла места (высоты) цели	Нет	4 эшелона

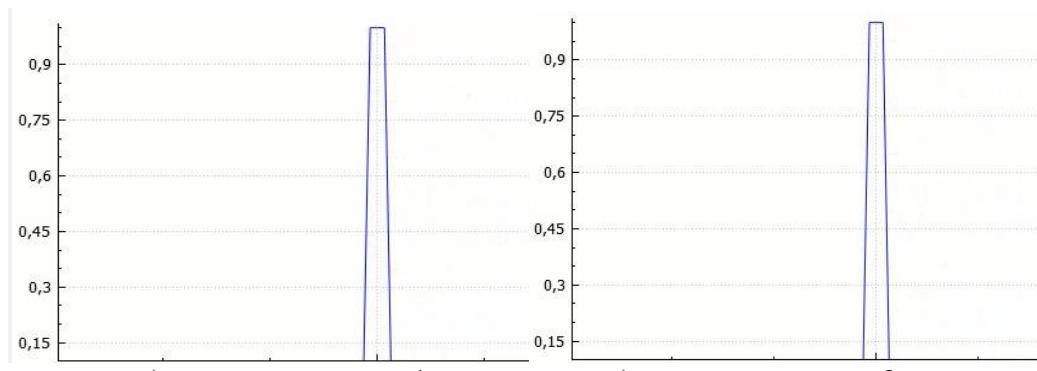
1) – по БПЛА типа Фантом-4; 2) – по БПЛА типа «Мерлин-21Б»; 3) – режим работы «обнаружение».

В ходе натурного эксперимента были подтверждены характеристики МН РЛС КО и КОИБ БПЛА:

1. Возможность обнаружения, определения координат и сопровождения маловысотных БПЛА со сниженной радиолокационной заметностью средствами МН РЛС КО.
2. Высокое разрешение МН РЛС КО по дальности и скорости.
3. Возможность радиотехнического обнаружения целей средствами КОИБ с определением их принадлежности к БПЛА и классификации целей по типу.
4. Возможность определения некоординатных параметров целей средствами МН РЛС КО и КОИБ.
5. Возможность подавления сигналов навигации средствами КОИБ и обновления базы данных БПЛА

Управление и контроль функционированием МН РЛС КО и КОИБ может осуществляться дистанционно и автоматизировано из одного пункта управления.

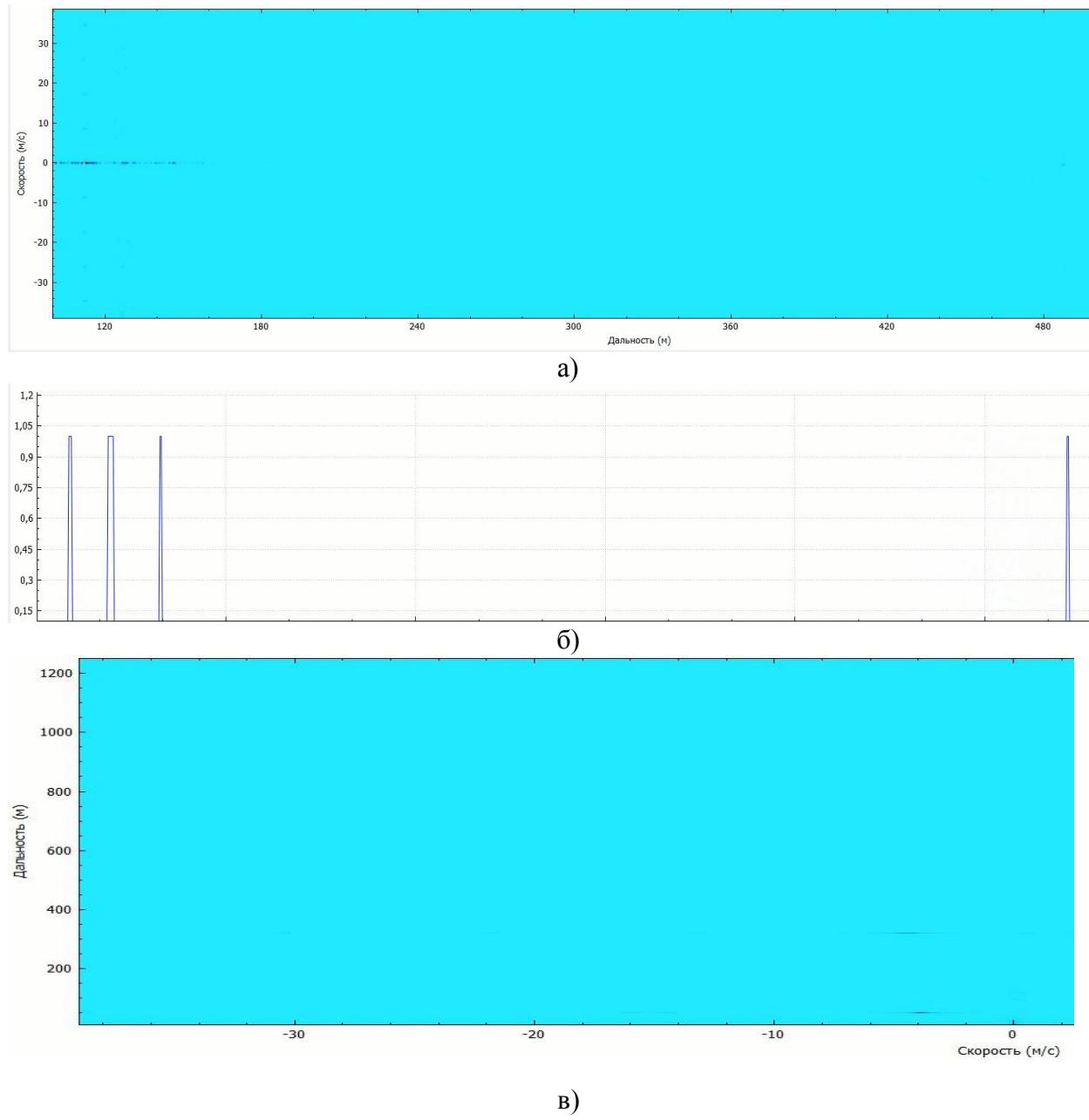


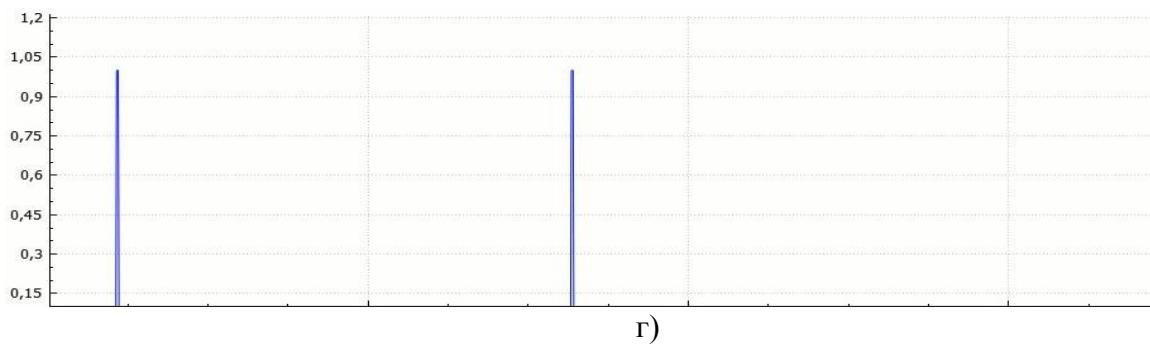


б) момент времени  $t_1$

г) момент времени  $t_2$

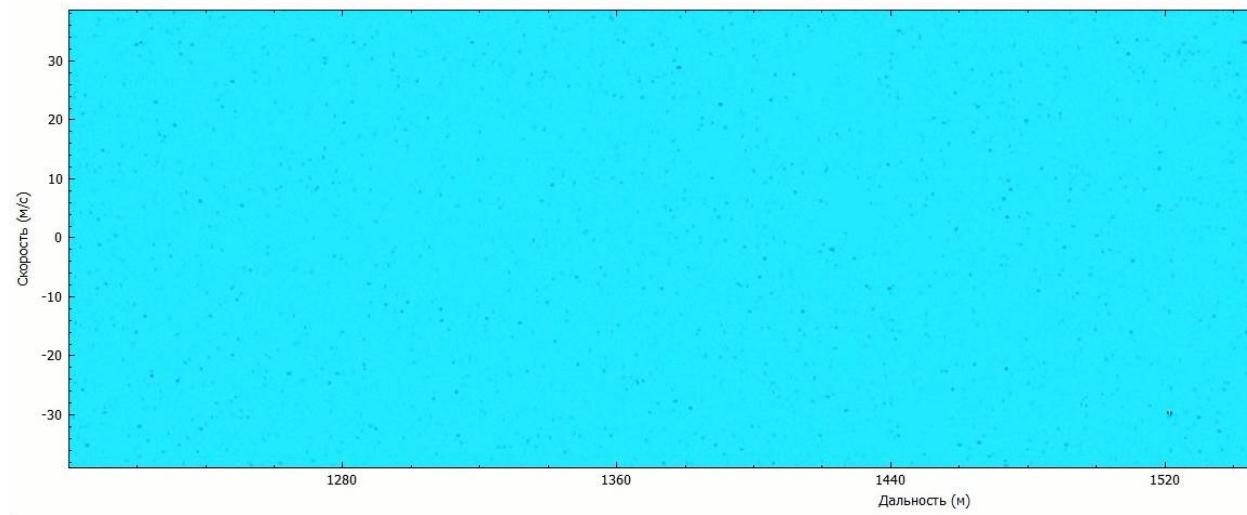
Рис. 2. Внешний вид а) и б) дальностно-скоростного индикатора и в) и г) индикатора автоматического обнаружителя МН РЛС КО при обнаружении зависшего БПЛА – мультикоптера типа Фантом-4 по доплеровским составляющим вращающихся винтов



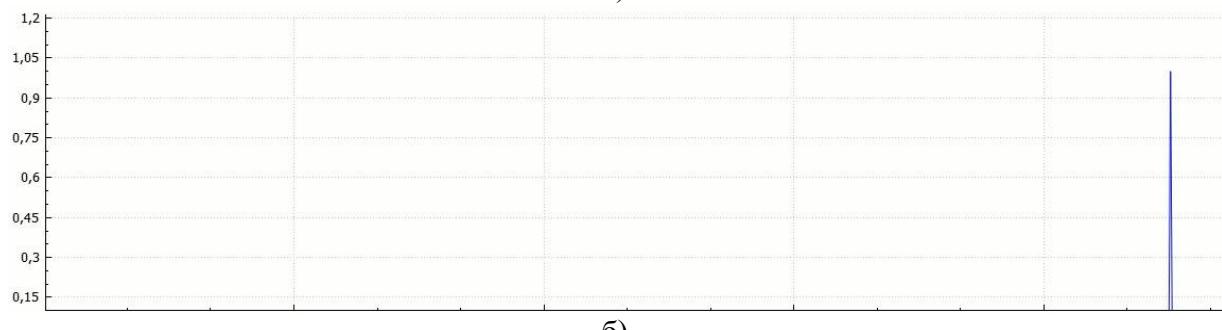


г)

Рис. 3. Внешний вид а) и в) дальностно-скоростного индикатора и б) и г) индикатора автоматического обнаружителя МН РЛС КО при наблюдении: а) и б) мультикоптера типа Мейвик Про, зависшего на расстоянии 490 м; в) и г) двух удаляющихся БПЛА – мультикоптеров типа Фантом-4 на расстоянии 50 м и 375 м



а)



б)

Рис. 4. Внешний вид а) дальностно-скоростного индикатора и б) индикатора автоматического обнаружителя МН РЛС КО при наблюдении на дальности 1520 м удаляющегося со скоростью 30 м/с БПЛА «Мерлин-21Б»

МН РЛС КО и КОИБ БЛА совместно реализуют круговой обзор, обнаружение, распознавание и блокирование БПЛА в районе «мертвой воронки» (в верхней полусфере) обзорных РЛС, в условиях сложного рельефа местности в районах отсутствия маловысотного радиолокационного поля. Это позволяет расширить функциональные возможности существующих и перспективных радиоэлектронных комплексов, повысить безопасность на транспорте (аэропорты, железные дороги, порты и др.).

В связи с этим разработка и совместное использование МН РЛС КО и КОИБ, как единой системы, обеспечит расширение круга решаемых задач:

- создание позиционно-распределенной системы обнаружения и блокирования БПЛА с централизованным управлением;

- построение «рубежей» контроля для первичного оповещения о несанкционированном проникновении БПЛА в контролируемую зону;
- обнаружение, определение координат и параметров движения приближающихся (атакующих) БПЛА и блокирование их навигационной аппаратуры и каналов управления передачи данных;
- автоматическая выдача радиолокационной информации (целеуказаний) о приближающихся (атакующих) БПЛА в обеспечиваемой зоне обзора пространства в автоматизированную систему управления потребителя;
- автоматическая выдача трасс самолетов гражданской авиации, находящихся в районе «мертвой воронки» РЛС УВД в АСУ УВД.

Кроме этого актуальным является применение МН РЛС КО и КОИБ для защиты стационарных и движущихся объектов любого типа от роя БПЛА.



Рис. 5. Внешний вид а) КОИБ БПЛА «Стриж-3», и б) отображаемого на контрольно-управляющей ЭВМ обнаруженного и распознанного БПЛА

Вышеуказанный перечень задач, в перспективе решаемых с использованием МН РЛС КО и КОИБ, является уникальным и инновационным.

## Характеристики КОИБ БПЛА «Стриж-3»

Наименование характеристики	Значение
Сектор обнаружения и блокирования	верхняя полусфера
Дальность обнаружения	1,5 км
Дальность блокирования	1 км
Количество диапазонов частот обнаружения	5
Количество диапазонов частот блокирования	7
Определение параметров воздушной цели:	тип модели, идентификационный номер БЛА и модуля связи, сектор обнаружения

## Литература

1. А. Сокол. БЛА - возможная террористическая угроза. Зарубежное военное обозрение. 2015, № 10, С. 71-73
2. Турик А. А., Мирошников В. И., Гончаров С. А. Применение БПЛА сторонами при ведении боевых действий в САР 03.10.2018. Источник: <https://russiandrone.ru/publications/primenie-bpla-storonami-pri-vedenii-boevykh-deystviy-v-sar/>
3. Самойлов П. В., Иванов К. А. Угрозы применения малоразмерных БЛА и определение наиболее эффективного способа борьбы с ними // Молодой ученый. — 2017. — № 45. — С. 59-65. — URL <https://moluch.ru/archive/179/46398/> (дата обращения: 21.10.2018).
4. Ерёмин Г. В., Гаврилов А. Д., Назарчук И. И. Малоразмерные беспилотники — новая проблема для ПВО [Электронный ресурс] // Арсенал Отечества: журнал 2014. № 5. URL: <http://arsenal-otchestva.ru/component/content/article?id=267:5-2014.html>
5. Ананенков А. Е., Марин Д. В., Нуждин В. М., Растворгусев В. В., Соколов П. В. К вопросу о наблюдении малоразмерных беспилотных летательных аппаратов. // Труды МАИ, 2016, Выпуск № 91.
6. Система обнаружения беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] // 2TEST [сайт] URL: <https://www.2test.ru/solutions/importozameshchenie/sistemy-monitoringa-i-bezopasnosti/sistema-obnaruzheniya-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov.html> (дата обращения 27.08.2019).
7. Ryazantsev L. B., Likhachev V. P. Assessment of Range and Radial Velocity of Objects of a Broadband Radar Station Under Conditions of Range Cell Migration // Measurement Techniques. February 2018, Volume 60, Issue 11, pp 1158–1162.
8. Samotsvet N. A., Panychev S. N., Ryazantsev L. B., Samotsvet D. A., Likhachev V. P. Method and device for radar determination of the coordinates and speed of objects. Patent PCT №WO2018194477. Publication date 25.10.2018.]
9. Купряшкин И. Ф., Лихачев В. П., Рязанцев Л. Б. Малогабаритные многофункциональные РЛС с непрерывным частотно-модулированным излучением. Монография. – М.: Радиотехника, 2020 – 280 с.
10. Способ определения параметров траектории движения объектов. Н. И. Козачок, А. Ю. Коновалов, Лихачев В. П., О. А. Иркутский. Патент РФ № 2466423 от 10.11.2012.
11. Лихачев В. П., Мубарак Н. Х. Способ определения параметров траектории движения воздушных целей в РЛС. Патент 2337378 на изобретение РФ № 2007125110 от 27.10.2008. Бюл. № 30.

АО «НИИ СТТ», г. Смоленск, Россия

V. P. Likhachev, E. E. Pugach, K. N. Stroev

## COMPACT LOW ENERGY RADAR, USED AS PART OF DETECTION AND BLOCKING IMPERCEPTIBLE UAVS SYSTEM

The principles of operation and technical characteristics of a compact low energy all-round radar are described. The radar provides an overview of space in the upper hemisphere, detection, determination of coordinates and speed of unmanned aerial vehicles. The information received by the radar is issued to the complex of radiotechnical detection and blocking of unmanned aerial vehicles to prevent terrorist actions and violations of transport security

Joint stock company «NII STT», Smolensk, Russia

П. С. Куприенко, Т. В. Ашихмина, Н. Д. Разиньков, Т. В. Овчинникова

**ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ  
ПРОФИЛЬНЫХ КАДРОВ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ  
НА БАЗЕ КАФЕДРЫ «ТЕХНОСФЕРНАЯ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» ВГТУ**

Рассматривается система подготовки профильных кадров для региональной системы обращения с отходами

Отходы имеют высокую степень опасности для окружающей среды и здоровья человека. Опасность отходов проявляется как:

- ухудшение качества среды обитания человека в результате постоянного увеличения отходов и продуктов их трансформации;
- загрязнение производственной среды вредными и опасными веществами, негативно воздействующими на персонал работающий с отходами.

Любая сфера человеческой деятельности связана с образованием отходов, которые разделяются на две основных составляющих:

1) Обращение с отходами на объекте их образования (предприятии, учреждении, организации), включающее:

- сбор отходов,
- их временное хранение в соответствии с классом опасности,
- использование (возможно) на этом же объекте,
- обезвреживание (возможно, например, обеззараживание медицинских отходов на объектах их образования),
- передачу отходов соответствующим организациям для утилизации или захоронения.

2) Сфера обращения с отходами как система предприятий по сбору, хранению, транспортировке, сортировке, переработке, обезвреживанию, сжиганию, захоронению различных видов отходов.

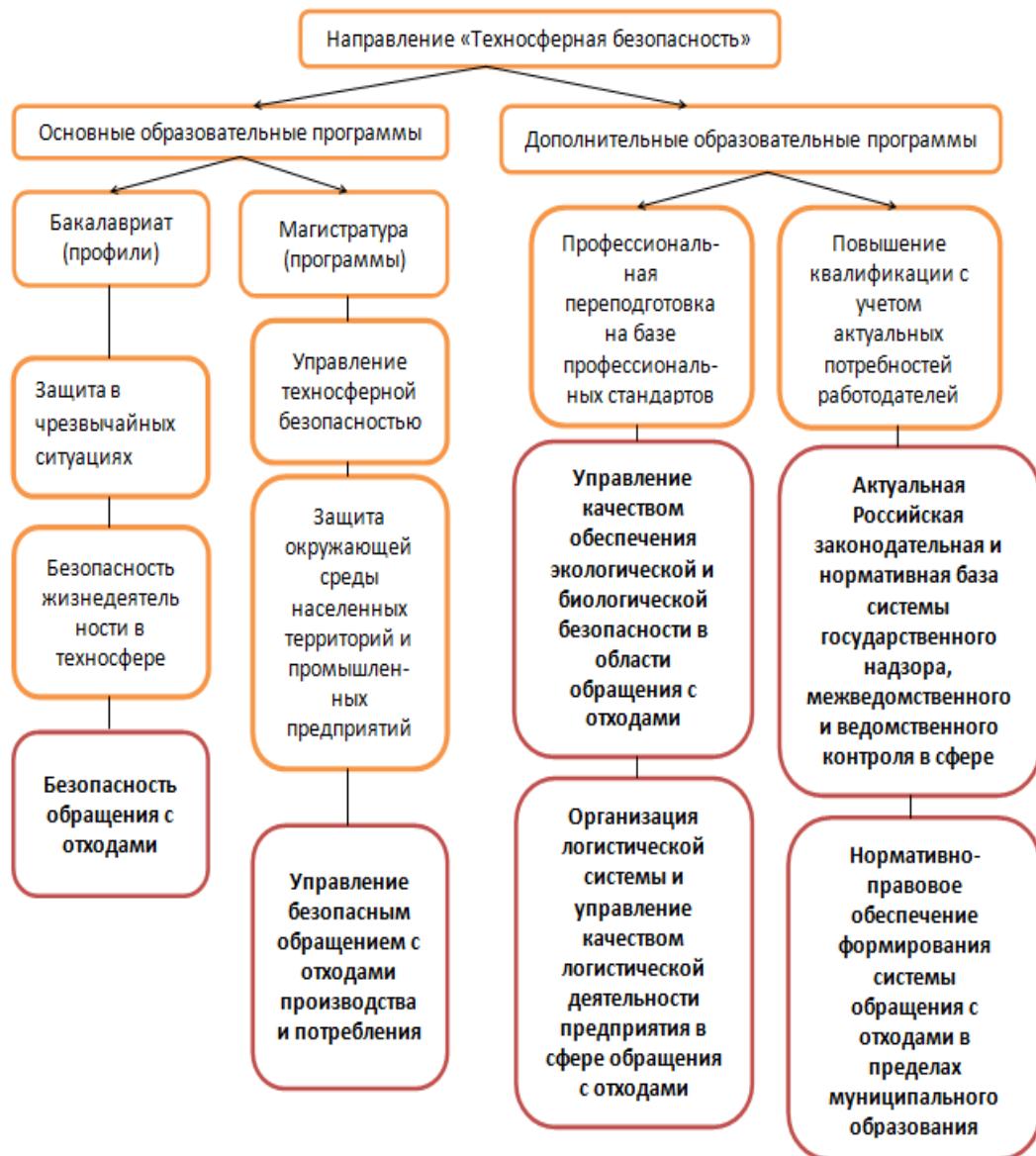
В настоящее время принят ряд законодательных актов, определяющих и регламентирующих перспективы формирования новой ресурсосберегающей системы обращения с отходами в РФ, в Воронежской области, ключевым аспектом которой является развитие отходоперерабатывающей отрасли промышленности [1-3].

Одним из ключевых направлений действий по созданию и расширению национальной промышленной индустрии и инфраструктуры в сфере обращения с отходами является создание высококвалифицированного кадрового резерва, учебно-методическое обеспечение, подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов.

Подготовка высококвалифицированных работников, способных принимать экологически грамотные и ответственные решения в сфере обращения с отходами, требует достаточно длительного разностороннего обучения. Программа подготовки должна включать: изучение теоретической базовой основы химических, биологических, физических процессов, связанных с жизненным циклом отходов с одновременным приобретением практических умений и навыков по инженерным расчетам, проектированию, функционированию, контролю технических средств экологически безопасной эксплуатации предприятий отходоперерабатывающей индустрии.

В связи с этим представляется целесообразным сформировать многоуровневую систему подготовки кадров, осуществляющих деятельность в сфере обращения с отходами на базе существующих профессиональных и образовательных стандартов, а также разработать дополнительно профессиональные стандарты, охватывающие все направления деятельности, связанные с отходами производства и потребления.

В настоящее время кафедра ТиПБ реализует многоуровневую систему подготовки профильных кадров для формирующейся в регионе системы обращения с отходами на базе направления «Техносферная безопасность» (рисунок).



#### Система подготовки профильных кадров для региональной системы обращения с отходами

Обучение студентов на уровне бакалавриата включает базовые предметы, специализированные дисциплины и практики, позволяющие подготовится к выполнению профессиональных обязанностей в новой производственной отрасли обращения с отходами: организационно-техническому обеспечению безопасности; разработке систем предупреждения ЧС на объектах хранения и переработки отходов; проектированию и реализация инновационных экозащитных технологий и технических систем обезвреживания отходов. Выпускники данной направленности востребованы в экотехнопарках, на мусоросортировочных, мусороперерабатывающих заводах, комплексах по обезвреживанию отходов, предприятиях хранения и транспортировки различных видов отходов, надзорных и контролирующих органах, в структурах МЧС как регионального, так и Всероссийского уровня.

Вместе с тем перспективным направлением, отраженном в прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [4], является

развитие научных исследований, которые направлены на создание технологий использования вторичного сырья из отходов. Данное направление также требует подготовленных специалистов, обладающих теоретической базой и навыками практической работы в области научных исследований, разработки и обоснования инновационных проектов вовлечения отходов в технологический цикл, разработки и внедрения новых методов оценки опасности отходоперерабатывающих предприятий на окружающую среду, методов обеспечения безопасности труда на соответствующих производствах.

Подготовка специалистов для проведения научных исследований в сфере обращения с отходами осуществляется на уровне магистратуры направления 20.04.01 «Техносферная безопасность» кафедры ТиПБ ВГТУ по программе «Управление безопасным обращением с отходами производства и потребления».

Поскольку формирование новой индустрии по переработке и утилизации отходов уже сейчас требует привлечения профильных квалифицированных кадров, мы предлагаем сформировать систему дополнительного образования по обеспечению комплексной безопасности в сфере обращения с отходами производства и потребления на базе ВГТУ.

Комплексная безопасность в сфере обращения с отходами производства и потребления предполагает, с одной стороны, развитие системы экологической безопасности при осуществлении процессов сбора, транспортировки, хранения, сортировки, переработки, обезвреживания отходов, с другой стороны, обеспечение безопасности труда работников соответствующих предприятий.

Существующие в настоящее время профессиональные стандарты в области обращения с отходами основаны на привлечении разнопрофильных специалистов, имеющих уровни базового образования: среднее профессиональное, бакалавриат, магистратура, а также опыт работы с отходами.

Кафедра «Техносферная и пожарная безопасность» предлагает сформировать направление дополнительного профессионального образования «Управление комплексной безопасностью в сфере обращения с отходами производства и потребления» на базе соответствующих профессиональных стандартов.

Дополнительное профессиональное образование по данному направлению будет осуществляться посредством реализации программ профессиональной переподготовки (срок освоения 250 часов) и программ повышения квалификации (срок освоения 108 часов) [5].

В настоящее время кафедрой разработаны следующие продукты:

## **1. Программы профессиональной переподготовки:**

- «Управление качеством обеспечения экологической и биологической безопасности в области обращения с отходами»;
- «Организация логистической системы и управление качеством логистической деятельности предприятия в сфере обращения с отходами».

## **2. Программы курсов повышения квалификации:**

- «Актуальная Российская законодательная и нормативная база системы государственного надзора, межведомственного и ведомственного контроля в сфере обращения с отходами»;
- «Нормативно-правовое обеспечение формирования системы обращения с отходами в пределах муниципального образования».

Программы профессиональной переподготовки разработаны на основе существующих профессиональных стандартов [6, 7].

В результате освоения программ профессиональной переподготовки смогут дополнить недостающие компетенции разнопрофильные специалисты с опытом работы: руководители специализированных (производственно-эксплуатационных) подразделений (служб) в промышленности, средний административно-управленческий персонал, принимающие решения по обращению с отходами. К освоению дополнительных

профессиональных программ допускаются также лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Профессорско-преподавательский состав кафедры сформирован специалистами различных направлений, что позволяет организовать всестороннюю подготовку квалифицированных профильных кадров для сферы обращения с отходами производства и потребления.

Кафедра ТиПБ осуществляет тесное взаимодействие и сотрудничество с Правительством Воронежской области и его структурами, в частности, Департаментом природных ресурсов и экологии Воронежской области, Департаментом жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Воронежской области с целью учета актуальных потребностей рынка труда в реальных условиях учебного процесса ВУЗа.

Авторы статьи проводят научные исследования, связанные с экологическими проблемами существующей системы обращения с отходами в рамках самостоятельного научно-исследовательского проекта «Формирование концептуальной основы управления экологической и техносферной безопасностью в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории Воронежской области». Актуальность таких исследований обусловлена не только постоянно растущим объемом образования отходов производства и потребления, но и значительной продолжительностью воздействия уже накопленных отходов на окружающую среду и здоровье населения, размещением объектов хранения и захоронения отходов без учета геоэкологических условий территории, а также их опасностью, как потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера.

#### Литература

1. Паспорт национального проекта "Экология"  
[http://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy\\_proekt\\_ekologiya/](http://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/)
2. Закон Воронежской области от 20.12.2018 N 168-ОЗ "О Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года" (принят Воронежской областной Думой 17.12.2018)  
<https://econom.govrnu/content/imagedoc/files/Закон%20о%20Стратегия-%202035.pdf>
3. Указ Президента РФ от 14 января 2019 г. N 8 "О создании публично-правовой компании по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами "Российский экологический оператор"  
<https://base.garant.ru/72146514/>
4. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством РФ 3 января 2014 г.)  
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/>
5. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам"  
<https://base.garant.ru/70440506/#friends>
6. Профессиональный стандарт "Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической безопасности в области обращения с отходами" утвержденный Приказом Минтруда России от 24.12.2015 N 1146н  
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71218970/>
7. Профессиональный стандарт "Специалист по логистике в сфере обращения с отходами" утвержденный Приказ Минтруда России от 24.12.2015 N 1147н  
<https://base.garant.ru/71317260/>

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

P. S. Kuprienko, T. V. Ashikhmina, N. D. Razinkov, T. V. Ovchinnikova

#### FORMATION OF A MULTI-LEVEL SYSTEM FOR TRAINING SPECIALIZED PERSONNEL IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT ON THE BASIS OF THE DEPARTMENT "TECHNOSPHERE AND FIRE SAFETY" OF VSTU

The system of training specialized personnel for the regional waste management system is considered

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## ПРОБЛЕМЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ ГРИППА

В статье рассмотрены вопросы эпидемиологической безопасности, последние вспышки отдельных особо опасных инфекций в мире, представлены проявления эпидемического процесса сезонного гриппа на территории Воронежской области. Сопоставлены показатели заболеваемости гриппом и внебольничными пневмониями за 2016 – 2018 гг. Даны характеристика основным направлениям профилактики гриппа и острых респираторных вирусных инфекций

Инфекционные болезни не теряют своей актуальности даже в развитых странах мира с высоким уровнем жизни и качеством медицинской помощи. Глобальная деградация окружающей среды под влиянием научно-технического прогресса сопровождается усилением влияния социальных факторов на проявление эпидемического процесса различных болезней. Не теряют своей актуальности особо опасные инфекции, спектр которых всё больше расширяется. К особо-опасным инфекциям относят высокозаразные заболевания, характеризующиеся быстрым распространением, тяжелой клинической картиной, высокой летальностью. Для предотвращения международного распространения болезней, которые могут создавать глобальные чрезвычайные ситуации, ВОЗ в 2005 году обновила Международные медико-санитарные правила (ММСП), в настоящее время они включают перечень из 14 инфекций, в их число входят человеческий грипп, вызванный новым подтипов, тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС), различные геморрагические лихорадки (Ласса, Марбург, Эбола, Западного Нила, денге) и другие болезни [1].

Эпидемиологическая безопасность - это совокупность принципов, методов и управляемых механизмов, направленных на предупреждение инфекционных заболеваний среди населения. Она включает в себя систему наблюдения за потенциальными болезнетворными агентами; созданием на этой основе вакцин и антимикробных препаратов; а также ограничительные и санитарно-гигиенические мероприятия, подготовку кадров и материально-технической базы, санпросветработу [2]. Последняя вспышка геморрагической лихорадки Эбола в Западной Африке (2013 – 2015) продемонстрировала неспособность мировой системы здравоохранения быстро и своевременно реагировать на чрезвычайную ситуацию биологического-социального характера, что повлекло распространение инфекции на другие континенты. Заболело более 33 тысяч человек, умерло более 13 тысяч, летальность составила 40,4 % [3]. Анализ литературных данных позволил предположить, что процесс формирования очага эпидемии был связан с изменившимися свойствами вируса Эбола, который в результате циркуляции в неизвестных экосистемах Африканского континента (организмы животных и растений, почве или воде) смог резко увеличить свой потенциал вирулентности и патогенности [4]. Требует изучения и осмысления современная ситуация по вспышке ТОРС в мире [5, 6].

Сохранение эпидемического потенциала существующих природных очагов инфекционных болезней и расширение ареала инфекций, эволюция возбудителей болезни, постоянная угроза завоза опасных инфекционных болезней из стран ближнего и дальнего зарубежья в связи с увеличением туристических поездок и трудовой миграции, обусловливает актуальность рассмотрения вопросов эпидемиологической безопасности [7]. Однако наибольшее значение для населения Российской Федерации имеет ситуация по эндемическим болезням (свойственным нашей территории). В структуре инфекционной заболеваемости в России около 90 % ежегодно отводится гриппу и острым респираторным вирусным инфекциям (ОРВИ); в мире от сезонного гриппа и его осложнений умирает

ежегодно более полумиллиона человек. И это происходит несмотря на то, что ежегодно Всемирная организация здравоохранения актуализирует состав противогриппозных вакцин [8].

**Целью** настоящей работы было изучение особенностей эпидемического процесса гриппа на территории Воронежской области.

**Материалами исследования** особенностей эпидемического процесса гриппа явились форма Росстата № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», доклады о санитарно-эпидемиологической обстановке в Воронежской области (<http://36.rosпотребнадзор.ru/>) и Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» (<http://rosпотребнадзор.ru/>) за период 2010 – 2018 гг. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2010.

**Результаты исследования.** Заболеваемость гриппом в РФ и Воронежской области за период 2010 – 2018 гг. имели односторонние тенденции, наиболее высокие показатели были отмечены в 2011 году – соответственно 215,7 и 97,5 на 100 тысяч населения (рис. 1).

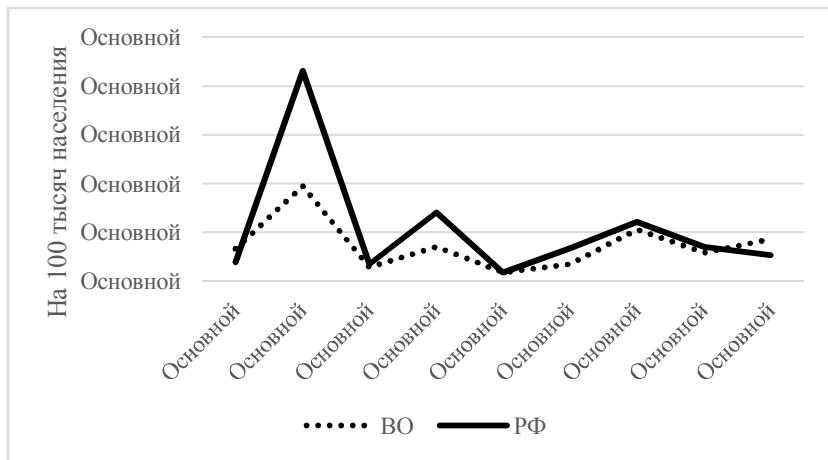


Рис. 1. Заболеваемость гриппом в Российской Федерации (РФ) и Воронежской области (ВО) за период 2010 – 2018 гг.

За исследованный период основным циркулирующим штаммом был вирус A(H1N1) pdm09, однако в некоторые годы доминировал другие штаммы: в сезон 2014–2015 гг. – A(H3N2), в сезон 2016-2017 гг. – штамм вируса гриппа В. Одним из осложнений гриппа является пневмония, которая встречается в 15 % случаев, чаще у пациентов пожилого возраста. Как видно из рис. 2, уровень заболеваемости внебольничными пневмониями в Воронежской области был в несколько раз выше по сравнению с заболеваемостью гриппом, что может указывать на преимущественно иную этиологическую структуру воспалительного поражения легких.

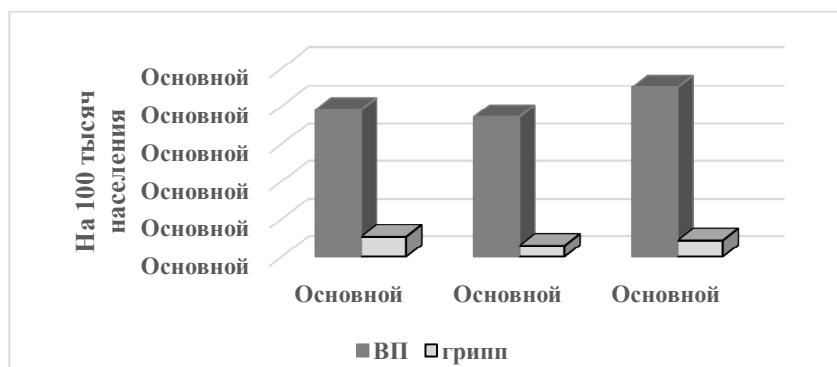


Рис. 2. Заболеваемость гриппом и внебольничными пневмониями в Воронежской области за период 2016 – 2018 гг.

Грипп относится к инфекциям, против которых имеются средства как неспецифической, так и специфической профилактики. Неспецифическая профилактика включает соблюдение принципов здорового образа жизни (достаточная физическая активность, закаливание, рациональное питание), соблюдение личной гигиены, ограничение участия в массовых мероприятиях в периоды сезонных подъемов, химиопрофилактика противовирусными и общеукрепляющими средствами. Специфическая профилактика предполагает наличие эффективных вакцин против инфекции. Особенностью эпидемического процесса управляемых с помощью вакцин инфекций является тот факт, что с ростом охвата прививками против гриппа, заболеваемость должна снижаться, что и наблюдается на территории Воронежской области (рис. 3).

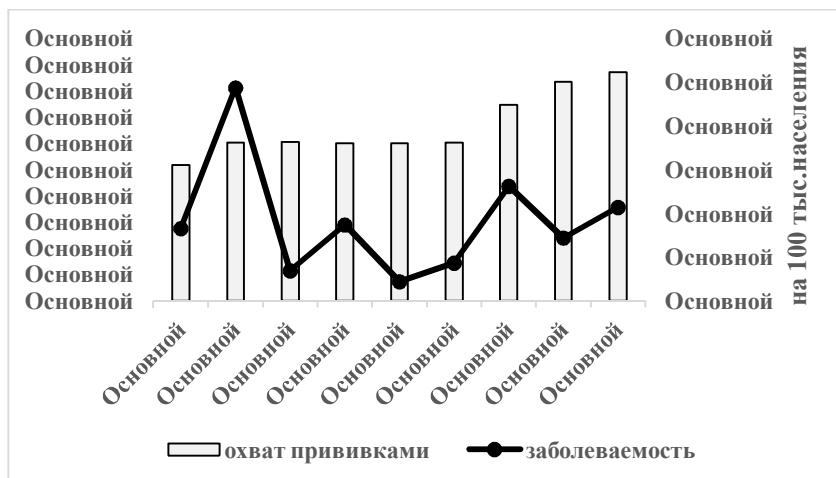


Рис. 3. Заболеваемость гриппом и уровень охвата профилактическими прививками в Воронежской области за период 2010 – 2018 гг.

Однако недавнее наше исследование показало, что среди контингентов высокого риска по заражению гриппом высокий уровень охвата прививками не соответствует действительности [9], что свидетельствует о нарушении санитарного законодательства и проблемах с трудовой дисциплиной. Именно дисциплина и ответственность перед друг другом сыграли ведущую роль в снижении заболеваемости ТОРС в КНР.

### Заключение

Несмотря на наличие эффективных средств специфической профилактики, грипп не теряет актуальность как инфекционное заболевание, способное создать чрезвычайную ситуацию биологического-социального характера. Современный охват прививками не в полной мере соответствует действительности, а население не в полной мере осведомлено о вакцинопрофилактике гриппа, в связи с чем необходимо усилить пропаганду вакцинации среди всего населения области.

### Литература

- Всемирная организация здравоохранения. Международные медико-санитарные правила (2005 г.). — второе издание. — Швейцария: Отдел печати ВОЗ, 2008. — С. 67.
- Ишмухаметов А. А., Чернов К. А. Эпидемиологическая безопасность в условиях глобализации - новые угрозы и методы противодействия. Журнал МедиАль. 2018. № 2 (22). С. 67-68.
- Вспышка Эболы в Западной Африке. <https://www.who.int/csr/disease/ebola/tu>.
- Markin V A, Pantyukhov VB. EBOLA FEVER. Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2016 Nov; (6): 116-125.
- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020 Feb 15;395(10223):497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020 Feb 28. doi: 10.1056/NEJMoa2002032. [Epub ahead of print: 10.1056/NEJMoa2002032]
- Камашева А. В., Юрков Д. В. Влияние миграции на эпидемиологическую безопасность. Вопросы экономики и права. 2015. № 83. С. 94-97.

8. Рекомендации по составу противогриппозных вакцин для использования в северном полушарии в сезон гриппа 2019–2020 гг. <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/communicable-diseases/pages/news/news/2019/3/who-releases-recommendations-for-the-20192020-northern-hemisphere-seasonal-influenza-vaccine>.

9. Мамчик Н. П., Габбасова Н. В., Каменева О. В., Волкова В. А. Особенности эпидемического процесса и организации мероприятий по профилактике гриппа на территории Воронежской области. Санитарный врач. 2019. № 12. С. 20-27.

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

N. V. Gabbasova, N. P. Mamchik, O. V. Kameneva, V. A. Volkova

## PROBLEMS OF EPIDEMIOLOGICAL SECURITY. MODERN APPROACHES TO PREVENTION OF INFLUENZA

The article discusses the issues of epidemiological safety, the latest outbreaks of certain especially dangerous infections in the world, presents the manifestations of the epidemic process of seasonal flu in the territory of the Voronezh region. The incidence rates of influenza and community-acquired pneumonia for 2016 – 2018 were compared. The main directions of the prevention of influenza and acute respiratory viral infections were described

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 614.2

П. С. Русинов<sup>1</sup>, П. П. Русинов<sup>1</sup>, Д. П. Русинов<sup>1</sup>, Д. П. Русинова<sup>2</sup>

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВАЛЕОЛОГИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ

В статье рассматриваются вопросы улучшение качества жизни людей в современных условиях

Валеология - относительно новое и актуальное на сегодняшний день направление в системе высшего образования в России, способное решать нарастающие проблемы здоровьесберегающих технологий и улучшения качества жизни общества. Предмет данной науки является исключительно важным для всех и для каждого, так как касается личного здоровья, развития и укрепления функций всех органов и систем человека.

Стоит отметить, что ускоренные изменения и трансформации информационного и технологического развития в современном обществе воздействуют на человека и приводят к изменениям людей как физическим, так и психоэмоциональным. Именно поэтому на данном этапе развития валеологии следует особое внимание уделять методологическим аспектам и современным образовательным технологиям преподавания и тенденциям развития в системе высшего образования как на региональном и федеральном так и международном научном уровне. Особенностью успешного развития и преподавания валеологии является актуальный учебный материал, учитывающий современные проблемы с распространением вирусов и средствами защиты от них, создание на занятиях интеллектуальной атмосферы, а также сотрудничество с родителями в вопросах воспитания у студентов культуры здорового образа жизни как в физиологическом так и моральном плане.

Современные концепции медицинского подхода в изучении здоровья и здоровьесберегающих факторов можно разделить на три уровня:

1 уровень – так называемая «медицина болезней»;

2 уровень – медицина состояния риска в конституциональном предрасположении, ориентированная не столько на болезни, сколько на выявление состояний предположений и риска, т.е. вторичную профилактику;

3 уровень – валеология – медицина формирования здоровья и методов ее активного формирования.

Касаясь вопроса изучения валеологии в высших учебных заведениях, на данном этапе отсутствуют или не используются многие известные методики и технологии, также малоизученными в настоящее время являются такие методы и технологии преподавания как:

– метод активизации резервных возможностей личности (студента), который более детально разрабатывает коммуникативные задачи по степени сложности, более широко и эффективно использует время самостоятельной работы студента.

– метод погружения, использующий полное погружение студента в объект изучения;

– технологии релаксопедии – способ обучения, использующий релаксацию в педагогических целях;

– технологии ритмопедии, являющегося наиболее актуальным в сложившейся стрессовой, кризисной атмосфере в стране;

– суггестокибернетический метод – это интегральный метод обучения обобщает рациональные решения различных методических школ. В качестве учебной информации при проведении суггестокибернетического курса используются пособия аудиовизуального, аудиолингвального и суггестокибернетического курсов;

– гипнотерапия – это обучение в естественном или внушенном сне. Это один из самых старых и эффективных методов.

– метод субсенсорных воздействий, который граничит с методиками использования психологических факторов и состояния.

В этой связи основными методологическими проблемами в системе высшего образования являются управление процессами по сохранению здоровья студентов и преподавателей, их эффективное взаимодействие. Взаимодействие в педагогике как сотрудничество определяет собой содержание всей школьной и вузовской жизни, фундаментальные методы педагогической деятельности; стиль отношений студент-студент, студент-преподаватель; стиль жизнедеятельности образовательной среды; жизнедеятельность демократического общества, действий и поступков, имеющих поле общих интересов и ценностей, совмещая индивидуальные культуры участников.

Наряду с этим из проблем современного процесса преподавания в высших учебных заведениях является использование в образовательных целях устаревших способов, систем, методик, оборудования, технологий. Так, например, в системе валеологического образования в настоящее время практически отсутствуют научные исследования, публикации, методики и научная литература, «педагогическая валеология» в основном использует наработки научной школы и профессоров 80-90 хх годов прошлого века.

Важность исследования образовательных технологий преподавания валеологии не вызывает сомнений и требует полной отдачи от всего научного и педагогического сообщества. Используя научный потенциал нашей страны и передовой зарубежный опыт в образовательных технологиях, инновационных методах обучения, разработки медицинских учреждений и организаций, можно сформировать эффективную и рабочую схему развития, внедрения и повышения качества преподавания валеологии во всех высших учебных заведениях России, что в свою очередь даст положительную тенденцию развитие творческой активности каждой личности, создание педагогических условий необходимых для управления процессами формирования здорового генофонда в регионах и нации в целом в современных geopolитических, социальных и глобальных условиях.

<sup>1</sup>Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

# METHODOLOGICAL BASES AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES OF TEACHING VALEOLOGY IN PEDAGOGICAL HIGH SCHOOLS

The article deals with the issues of improving the quality of life of people in modern conditions

Voronezh State Pedagogical University<sup>1</sup>, Voronezh, Russia  
Voronezh State University<sup>2</sup>, Voronezh, Russia

УДК 550.34

Л. И. Надежка<sup>1</sup>, Н. Д. Разиньков<sup>2</sup>, А. Е. Семенов<sup>3</sup>

## СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОРОНЕЖА И ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕОБХОДИМЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЕЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассмотрены вопросы сейсмической активности территории Воронежской области и города Воронежа и сформулированы необходимые мероприятия по обеспечению сейсмической безопасности

Сейсмическая безопасность территории, объектов повышенной экологической ответственности, жилых домов и систем жизнеобеспечения являются важной составляющей общей безопасности населения и комфортности проживания на урбанизированных территориях.

Город Воронеж — крупный промышленный центр с высокой плотностью населения, развитой инфраструктурой, плотной промышленной и гражданской застройкой с развитой сетью транспортных и подземных коммуникаций расположен на равнинной части территории Европейской России. Миф о сейсмической безопасности этих регионов России все еще бытует среди некоторой части сейсмологов и геологов. Концепция «асейсмичности» равнинных (платформенных) регионов Европейской части России, по существу тормозит исследования сейсмической активности и прогноза землетрясений густонаселенных территорий, изобилующих объектами повышенной экологической ответственности, настраивает общество на благодушный лад. Вместе с тем, это может привести к печальным последствиям. Известно, что землетрясения, часто разрушительное, происходят там, где они не прогнозировались. На Индийской, Северо-Американской и др. платформенных территориях уже в наше время произошли сильнейшие землетрясения, сопровождающиеся значительными человеческими жертвами и разрушениями [1].

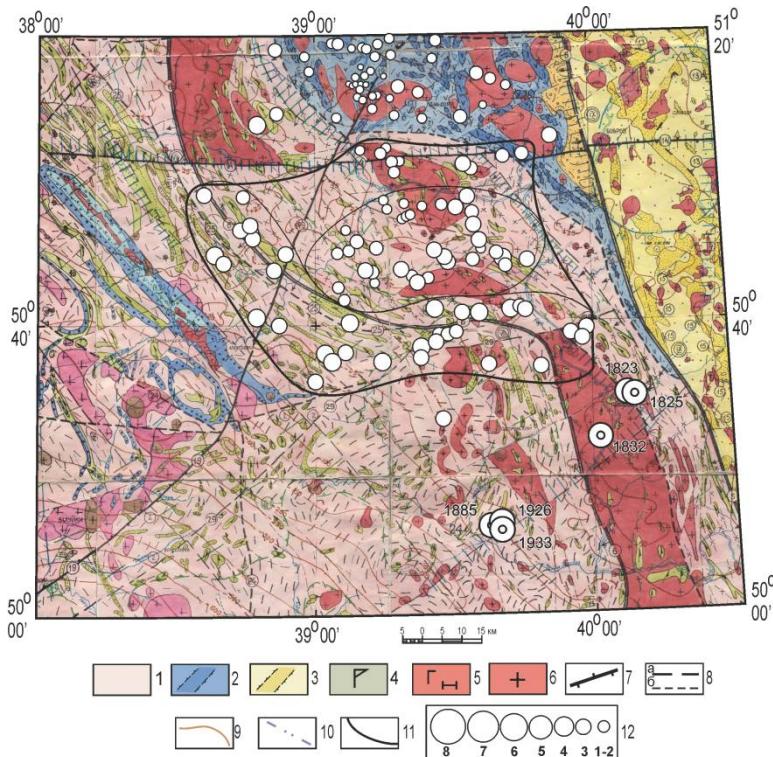
На территории Европейской части России в историческое время произошло более 100 землетрясений интенсивностью 5-7 баллов. 8 из которых произошли на территории Воронежской области [2]. Судя по описаниям в летописях это были 6-7 балльные землетрясения [3].

Уже в наши дни на территории равнинной части России произошло более 10 землетрясений с магнитудой 3.0 и более. Одно из них с магнитудой 3.8 произошло 31 марта 2000 года в Воронежской области на расстоянии 160 км от г. Воронежа. Оно создало на поверхности сейсмический эффект 5.0 баллов и было зарегистрировано Российскими и зарубежными сетями сейсмических станций.

Выполняемые в течение более 20 лет Воронежским государственным университетом и Федеральным исследовательским центром «Единая геофизическая служба» РАН сейсмические наблюдения редкой сетью сейсмических станций территории Центрально-Черноземного экономического региона свидетельствуют, что территория Воронежской области не является сейсмически пассивной. Здесь ежегодно происходит около 10 землетрясений 5-9 энергетических классов, что соответствует 1-3 баллам на поверхности.

Опыт работ свидетельствует, что даже слабые землетрясения могут стать причиной опасных явлений таких как оползни, провалы на земной поверхности, которые могут стать причиной чрезвычайных ситуаций.

Особо следует отметить, что на территории Воронежской области выделена наиболее активная, в пределах всего Центрально-Черноземного региона, Лискинская сейсмически активная зона [4, 5]. Здесь за период наблюдений зарегистрировано 94 землетрясения 2-8 энергетических классов (рисунок). И хотя зарегистрированные землетрясения малоинтенсивные, они однозначно свидетельствуют о сейсмической нестабильности этого района Воронежской области. Зона расположена в 40 км от Нововоронежской АЭС и в 60 км от г. Воронежа.



Фрагмент структурно-формационной карты эрозионного среза докембрая Воронежского кристаллического массива [1ф]: 1 – метабазит-гранулит-гнейсовая формация (обоянский комплекс); 2 - вулканогенно-осадочная формация (лосевская серия); 3 – песчаниково-сланцевые образования воронцовской серии; 4 – габбро-долериты новогольского комплекса; 5 - габбро, нориты, диориты, габбро-диориты еланского и мамонского комплексов; б – граниты бобровского комплекса; 7 – глубинные коромантийные разломы; 8 – тектонические нарушения: а) четвертичного, б) пятого рангов; 9 – изолинии рельефа фундамента (абсолютные значения от уровня моря в метрах); 10 – линеамент тектонически ослабленной зоны платформенного чехла; 11 – граница сейсмически активной зоны; 12 - эпицентры землетрясений [4, 5]

В соответствии с картой общего сейсмического районирования территории Воронежской области, и соответственно территории г. Воронежа и всех населенных пунктов, расположена в 6-балльной зоне в соответствии со схемой ОСР-2015-С.

Все эти факты однозначно свидетельствуют, что территория Воронежской области не является сейсмически пассивной.

Необходимо также добавить, что сейсмическая опасность растет в связи с активной деятельностью человека. Регион подвержен сейсмическому воздействию 25 промышленных карьеров. Он является одним из ведущих регионов в Европейской части России, где техногенные воздействия на геологическую среду особенно значительны. Мощность взрывов в разных карьерах различна: от 50 т ВВ до 2500 т ВВ. Однако, все они возбуждают геологическую среду, способствуют накоплению сейсмической энергии на неоднородностях геологической среды. Накопленная энергия, разряжаясь, является источником наведенной природно-техногенной сейсмичности, активизации вторичных факторов: обвалов, оползней, которые отрицательно влияют на безопасность. Кроме промышленных взрывов значительное

воздействие оказывают взрывы на полигоне «Погоново». Полигон находится в непосредственной близости от промплощадки НВАЭС, что может осложнять безопасное функционирование АЭС.

Все указанные факторы в зависимости от грунтовых условий могут значительно влиять на уровень постоянно существующих микросейсмических колебаний частиц грунта. Особое значение этот фактор приобретает для городских агломераций и экологически ответственных объектов. Это, так называемая городская сейсмичность. Высокий уровень микросейсмических колебаний является отражением повышенной подвижности геологической среды, которая может быть обусловлена особенностями геологического строения (наличие пустот, обводненности и других факторов геологического происхождения), а также антропогеновой нагрузкой на геологическую среду.

Геологическая среда является вмещающей средой инженерных сооружений, промышленных и жилых построек, транспортных магистралей и подземных коммуникаций. Активное строительство жилых домов и других сооружений, особенно по принципу уплотнения, также ведет к увеличению микросейсмических колебаний. В этом случае не только грунтовые условия влияют на здания и сооружения, но наблюдается повышение уровня микросейсмических колебаний за счет влияния самого здания и сооружения на грунте. Вместе с тем, от интенсивности этих колебаний зависит безопасность и долговечность промышленных и жилых построек, транспортных магистралей и подземных коммуникаций.

С учетом сказанного, для обеспечения сейсмической безопасности и предотвращения чрезвычайных ситуаций, обусловленных развитием опасных явлений в природе и техносфере, спусковой механизм которых запускается сейсмическими событиями и уровнем микросейсмических колебаний, необходимо:

**включить в целевую программу развития Воронежской области мероприятие по обеспечению сейсмической безопасности территории, объектов повышенной экологической ответственности, сейсмической устойчивости жилых домов и основных объектов жизнеобеспечения.**

В рамках этого мероприятия предусмотреть:

1. Развитие сейсмологических наблюдений на территории Воронежской области и районов размещения особо опасных (АЭС, Россошанский химкомбинат, Павловск-неруд и др.), технически сложных и уникальных объектов с целью фактической оценки современной сейсмической активности а также контроля стабильности сейсмических условий и природной среды районов размещения этих объектов.

2. Проведение сейсмологического микрорайонирования с оценкой уровня сейсмической устойчивости жилых помещений, промышленных объектов, в первую очередь, в г. Воронеже — крупного промышленного центра.

Сейсмологическое микрорайонирование территории г. Воронежа должно решать следующие главные задачи:

– районирование территории г. Воронежа по характеру микросейсмических колебаний (интенсивности, спектрального состава, резонансных частот);

– составление крупномасштабных карт сейсмического микрорайонирования с выделением особо опасных зон для гражданского, промышленного строительства и других сфер практической деятельности;

– оценка устойчивости высотных зданий, сооружений, объектов жизнеобеспечения, построенных в последние два десятилетия по принципу уплотнения;

– совершенно необходимо в комплексе инженерных изысканий при застройке исследовать уровень и спектр микросейсмических колебаний природного и наведенного характера. Кроме того, при проектировании здания и сооружения необходимо учитывать ожидаемый рост интенсивности микросейсмических колебаний за счет техногенной нагрузки на геологическую среду.

3. В рамках программы Развития Воронежской области необходимо также создать и утвердить Реестр экологически ответственных объектов, сейсмический контроль которых необходимо осуществлять постоянно.

4. Необходимо создать единую информационную систему по обеспечению сейсмической безопасности территории Воронежской области, объектов повышенной экологической ответственности, сейсмической устойчивости жилых домов и систем жизнеобеспечения.

Инновационный подход, основанный на применении широкого спектра математических методов обработки и интерпретации сейсмологических данных с привлечением геолого-геофизической информации, позволит в рамках Программы разработать рекомендации по снижению рисков и предотвращению чрезвычайных ситуаций, обусловленных природной сейсмической активностью и техногенной нагрузки на литосферную оболочку Земли.

#### Литература

1. Певнев А. К. Пути к практическому прогнозу землетрясений // А. К. Певнев / Москва ГЕОС. 2003. 145 с.
2. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Москва: Из-во «Наука». – 1977 – 534 с.
3. Степкин В.В. Исторические землетрясения в Павловском Придонье // Материалы XXI научно-практической конференции с международным участием. М.: ИФЗ РАН, 2018 – С. 398-400.
4. А. Е. Семенов, Л. И. Надежка, С. П. Пивоваров О связи современной сейсмической активности со структурными особенностями кристаллической коры и верхов мантии Воронежского кристаллического массива // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы десятой международной сейсмологической школы – Обнинск, 2015 – С. 290-293.
5. Семенов А. Е. Геолого-геофизическая характеристика Лискинской сейсмически активной зоны/ А. Е. Семенов, Э. И. Золототрубова, Л. И. Надежка, М. А. Ефременко// Материалы XX Всероссийской конференции с международным участием «Глубинное строение, минерагения, современная геодинамика и сейсмичность Восточно-Европейской платформы и сопредельных регионов».– Воронеж, 2016.– С. 359-353.

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Воронежское региональное отделение общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска», г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»

L. I. Nadezhka<sup>1</sup>, N. D. Razinkov<sup>2</sup>, A. E. Semenov<sup>3</sup>

#### SEISMICITY OF THE TERRITORY OF VORONEZH CITY AND VORONEZH REGION AND THE NECESSARY MEASURES TO ENSURE ITS SEISMIC SAFETY

The article deals with the issues of seismic activity in the territory of the Voronezh region and the city of Voronezh and defines the necessary measures to ensure seismic safety

<sup>1</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>State institution for the Voronezh region " Civil defense, population protection and fire safety of the Voronezh region", Voronezh, Russia

<sup>2</sup>The Voronezh regional office of the all-russia public organization «Russian scientific society for risk analysis», Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Federal research center " Unified geophysical service of the Russian Academy of Sciences»

Е. А. Черепанов<sup>1</sup>, А. Ю. Акулов<sup>1</sup>, А. В. Калач<sup>2</sup>

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЖАРНЫХ ГИДРАНТОВ

В статье представлена математическая модель, оптимизирующая как численность, так и расположение множества гидрантов, полностью обслуживающих заданный район застройки. Концептуальная модель содержит построение в определенном смысле оптимальной  $\varepsilon$  – сети покрывающей определенное множество

Проблема защиты населения и территорий от пожаров и чрезвычайных ситуаций представляет собой неотъемлемое направление государственной политики в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Особенную опасность в ближайшее время представляют пожары различного генезиса. Несмотря на некоторую динамику в положительную сторону (улучшение) показателей, связанных с пожарами, говорить о значительных улучшениях не приходится. Наглядным доказательством этого факта являются обобщенные сведения о пожарах и их последствиях на территории Российской Федерации. Современная тенденция строительства новых городских районов предполагает комплексное планирование всех социальных, коммунальных, культурных и торговых объектов строительства согласовывать с планировкой размещения жилых домов и обслуживающих коммуникаций. Нормативные требования авторы использовали из [1-4].

В отличие от этих пособий в настоящей работе алгоритмы оптимизации по размещению ПГ и насосных станций строятся с применением пространственных неевклидовых метрик. Задачи, решаемые в работе, носят геометрический, пространственный характер. Некоторые утверждения этого пункта анонсированы в работе [5].

Для соответствующего математического описания процессов течения жидкости по трубопроводам сетей с учетом заданных параметров, а также определения граничных условий для элементов систем мы отсылаем читателей к объемной и обстоятельной работе [4].

Заметим, что расстояние при прокладке как ползучей, так и вертикальной не происходит по прямой (по гипотенузе, стандартной метрике Евклида) а вынуждено учитывать прямоугольную, как правило, форму здания.

В этом случае расстояние измеряется как сумма катетов (или метрика координатного пространства  $l_1$ , еще называют метрика Манхэттена, учитывая застройку улиц в виде тетрадки в клетку) (рис. 1).

Обозначим расстояние в метрике  $l_1$  как сумму катетов. В этом случае, для изменения длины рукавной линии расстояние между точками  $M_1$  и  $M_2$  вычисляется по формуле  $\rho_m(M_1, M_2) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$ . Это половина периметра прямоугольного здания.

Условие, при котором все части здания будут доступны для пожаротушения, имеет вид

$$1,2 \times [\rho_m(M_1, M_2) + 2d] \leq R \quad (1)$$

По нормативам  $R = 200$  м. Данное условие порождает требование к размеру зоны:

Условие (2) определяет новое четкое правило расположения гидрантов для больших по площади объектов. А именно, если  $d \leq 0$  (большое здание, стадион, ангар, заводские цеха и т.д.), то гидранты надо располагать в непосредственной близости, или даже внутри таких зданий. Для каждого здания  $I$  по формуле (2) вычисляем его параметр  $d_I$ .

$$d = \frac{R / 1,2 - \rho_m(M_1, M_2)}{2} \quad (2)$$

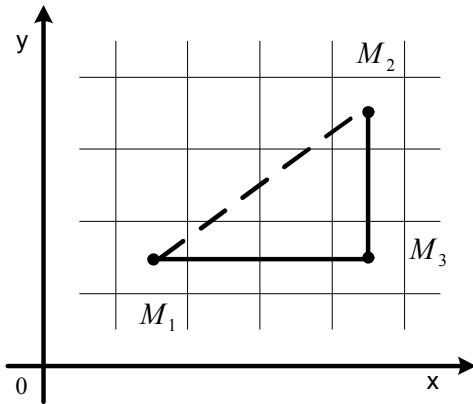


Рис. 1. Геометрическая интерпретация выбранного координатного пространства

Если  $d_1 \leq 0$  (большое здание, области нет), то все необходимые гидранты (численность будем оптимизировать ниже) нужно располагать в непосредственной близости или внутри здания.

Если  $d_1 > 0$ , то алгоритм определения оптимального расположения гидрантов состоит в следующем: при планировке расположения зданий вокруг каждого здания строим окрестность в виде прямоугольной области с размерами определяемыми формулой (2).

Таким образом, при условии  $d > 0$  каждая зона покрытия имеет свой размер, зависящий от размера здания.

В этом случае стандартное математическое построение наименьшего  $\varepsilon$  – покрытия [7, 8] не может быть применена, так как размеры покрытия меняются. Однако можно математически (или графически на карте планировки) проверить условия и место пересечения зон.

Пусть  $(x_k, y_k)$  — координаты точки, принадлежащей первому дому;  $(x'_k, y'_k)$  — второму дому;  $(x''_k, y''_k)$  — третьему дому.

Для двух зданий (рис. 2) эти условия имеют вид:

$$\begin{aligned} \max\{d_1, d_2\} &< |\max(x_k) - \min(x'_k)| < d_1 + d_2; \\ \text{или} \\ \max\{d_1, d_3\} &< |\min(y_k) - \max(y''_k)| < d_1 + d_3. \end{aligned} \tag{3}$$

*Пояснение.* Верхнее неравенство относится к зоне «а», нижнее — к зоне «в».

Если не выполнена правая часть неравенств в любой строчке, то зоны не пересекаются, если не выполнена левая часть в любой строчке, то зону можно уменьшить или расположить в непосредственной близости от здания, учитывая его статус.

Зоны «а» и «в» являются оптимальными для размещения гидрантов. Численность гидрантов определяется числом необходимым для возможности потушить любое из указанных зданий.

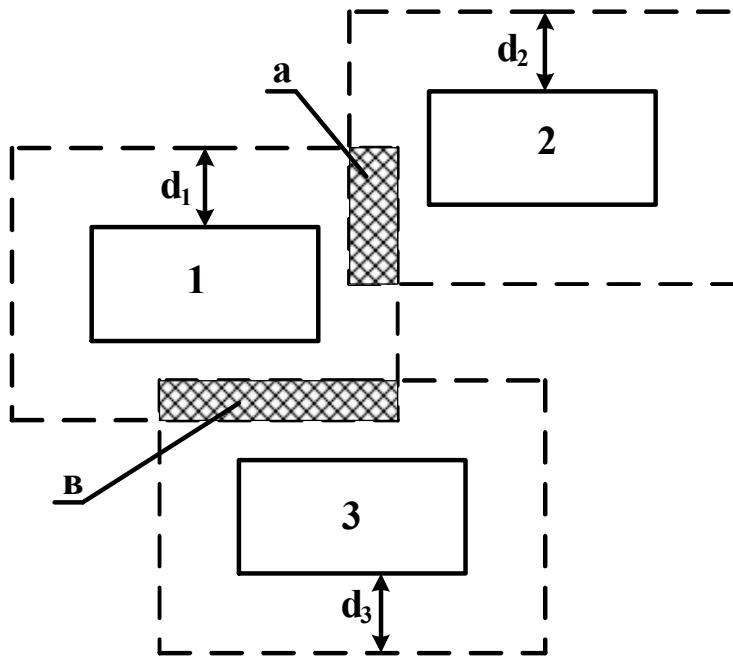


Рис. 2. Схематичное изображение одного варианта расположения зданий

Определим координаты точек, принадлежащих зонам пересечения «а» и «в».

Пусть  $(x_k^a, y_k^a)$  — координаты точки, принадлежащей зоне «а». Данные точки будут принадлежать зоне «а», если выполняются условия:

$$\begin{aligned} \min(x'_k) + d_2 &< x_k^a < \max(x_k) + d_1; \\ \min(y'_k) + d_2 &< y_k^a < \max(y_k) + d_1. \end{aligned} \quad (4)$$

Пусть  $(x_k^b, y_k^b)$  — координаты точки, принадлежащей зоне «в». Данные точки будут принадлежать зоне «в», если выполняются условия:

$$\begin{aligned} \min(x''_k) + d_3 &< x_k^b < \max(x_k) + d_1; \\ \min(y_k) + d_1 &< y_k^b < \max(y''_k) + d_3. \end{aligned} \quad (5)$$

Пусть три здания расположены таким образом, и имеют габариты зон такие, что три зоны пересекаются. Пусть  $(x_k^c, y_k^c)$  — координаты точки, принадлежащей зоне «с» (рис. 3).

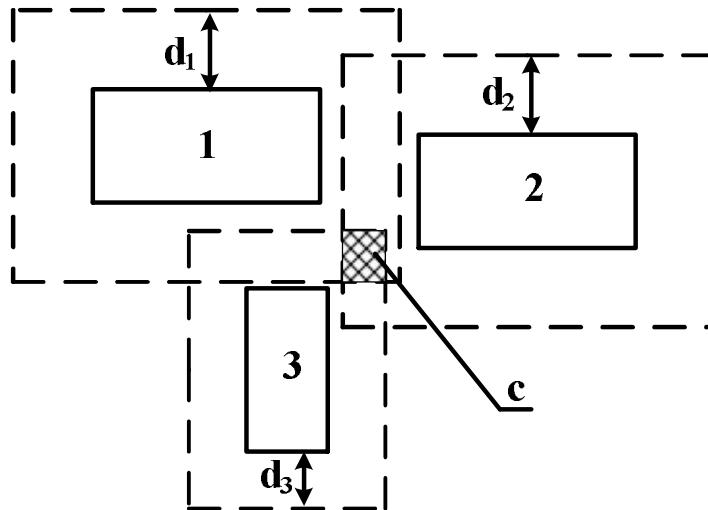


Рис. 3. Схематичное изображение второго варианта расположения зданий

Данные точки будут принадлежать зоне «с», если одновременно выполняются условия (4)–(5).

Таким образом, предложен новый графический алгоритм оптимального в определенном смысле размещения гидрантов для внешнего пожаротушения и предложена математическая модель оптимизации численности этих гидрантов. Размеры, формы и расположения современных зданий не позволяют моделировать задачи оптимизации в радиальных формах (в виде окружностей влияния). А именно в этих терминах написаны требования, сохранившиеся с тех времен, когда малые размеры зданий (избы) позволяли формулировать правила в виде зон — окружностей. Кроме того, графически компактное расположение гидрантов, предложенное в работе, позволит при трассировке экономить число распределительных линий, а также число пожарных рукавов и другого оборудования.

Зная координаты углов проектируемых зданий, их этажность, статус принадлежности, возможно другие требования, то процесс построения зон размещения и численность гидрантов можно автоматизировать.

#### Литература

1. Гуров А. В., Гриднев Е. Ю. К вопросу о создании противопожарного водоснабжения // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2012. № 1. С. 49-51.
2. Гидравлика и пожарное водоснабжение / Под ред. Е.Д. Мальцева – М., 1976.
3. Гидравлика и противопожарное водоснабжение / Ю. Г. Абросимов и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.
4. Иванов Е. Н. Противопожарное водоснабжение / Е. Н. Иванов. – М.: Стройиздат, 1986.
5. Черепанов Е. А., Родин А. В., Калач А. В., Акулов Е. Ю., Алгоритмы оптимального расположения гидрантов наружного противопожарного водоснабжения // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2019. № 4. С. 124-131.
6. Пивоваров Н. Ю., Таранцев А. А. Моделирование водоотдачи кольцевых сетей наружного противопожарного водопровода//Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 12. С. 69-75.
7. Бураго Д. Ю., Иванов С. В. Курс метрической геометрии. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 512 стр.
8. Галиев Ш. И., Карпова М. А. Оптимизация многоократного покрытия ограниченного множества кругами // Журн. вычисл. математики и мат. физики. 2010. Т. 50. № 4. С. 757-769.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Екатеринбург, Россия  
<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

E. A. Cherepanov<sup>1</sup>, A. Yu. Akulov<sup>1</sup>, A. V. Kalach<sup>2</sup>

#### MATHEMATICAL MODELLING OF ARRANGEMENT FIRE HYDRANTS

The paper presents a mathematical model that optimizes both the number and location of multiple hydrants that fully serve a given development area. A conceptual model comprises the construction in a certain sense of an optimal network covering a certain set

<sup>1</sup>Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

# **1. КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА – ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ**

УДК 556

Н. Ю. Васильева, Н. Д. Разиньков

## **ПАСПОРТА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ ПРЕВЕНТИВНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ ПРОГНОЗНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА**

В статье приводятся результаты анализа паспортов гидрологической безопасности населения и территории населенных пунктов Воронежской области. Разъяснено практическое применение гидрологических паспортов при поддержке принятия решений руководителем. Намечены пути дальнейшего применения имеющегося материала

Разработка паспортов гидрологической безопасности населенных пунктов - мероприятие прогнозно-аналитического характера в рамках превентивных мероприятий по предупреждению паводков и смягчению вероятных последствий в период прохождения весеннего половодья [2].

Новизна научной статьи заключается в том, что впервые в Воронежской области в 2019 году были разработаны такие документы, как паспорта гидрологической безопасности населения и территории населенных пунктов, анализ работы с которыми будет приведен в данной работе.

Особенно актуальными представляются гидрологические паспорта в контексте направления работы Правительства РФ в области климатических изменений [3] и в рамках кампании «Мой город готовится» [4].

Разработка паспортов велась в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными в МЧС России [1], совместно аналитико-превентивной группой казенного учреждения Воронежской области «ГО ЗАЩ НАС И ПОЖ БЕЗ ВО» и Главного управления МЧС России по Воронежской области. Затем эта разработка была закреплена в указании в рамках Методических рекомендаций для органов местного самоуправления [2].

Изучаемые документы наглядны, могут быть использованы в качестве «путеводителя» по населенному пункту при оценке гидрологической обстановки. В паспортах учитываются следующие основные показатели:

1. Наличие либо отсутствие рисков затопления (подтопления) во время половодья, дождевого паводка, подтопления грунтовыми водами, гидродинамических аварий.

2. Количество жилых домов, человек, объектов жилищно-коммунального комплекса и инфраструктуры (школы, медицинские учреждения, дороги, мосты, ЛЭП, ГРП и пр.), попадающих в зоны затопления.

Исследование проводилось на базе аналитического отдела КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области» на основании паспортов гидрологической безопасности, разработанных муниципальными образованиями Воронежской области.

Были проанализированы данные из 269 паспортов гидрологической безопасности населения и территории. Рассмотрено изменение количества населения и домов, попадающих в зоны затопления от рек за период 2013-2019 гг.

2013 год брался как отчетный в связи с тем, что в 2013 году Решением КЧС и ОПБ правительства Воронежской области был утвержден реестр населенных пунктов на территории Воронежской области, попадающих в зоны затопления (подтопления),

вызванных различными гидрологическими и гидродинамическими явлениями и процессами, 2019 – год разработки гидрологических паспортов органами местного самоуправления [2].

Далее представлен результат анализа в форме таблицы:

Динамика показателей жилого фонда и жителей, попадающих в зоны затопления, вызванные весенним половодьем при затоплении от рек за 2019 год в сравнении с 2013 годом

№ п/п	Городские округа и муниципальные районы Воронежской области	Изменения в сторону уменьшения, чел.	Изменения в сторону увеличения, чел.	Изменения в сторону уменьшения, жил. домов	Изменения в сторону увеличения, жил. домов
1.	г.о.г. Воронеж		+88		+1
2.	Борисоглебский ГО		Без изменения		
3.	Аннинский МР	-187			+203
4.	Бобровский МР	-1111			+430
5.	Богучарский МР	-1519			+105
6.	Бутурлиновский МР	-1459		-489	
7.	Верхнемамонский МР	-1411		-468	
8.	Верхнекавский МР	-39		-16	
9.	Воробьевский МР	-242		-152	
10.	Калачеевский МР		+2121		+711
11.	Кантемировский МР	-591		-215	
12.	Каширский МР	-34		-14	
13.	Лискинский МР	-4774		-878	
14.	Нижнедевицкий МР	-94		-9	
15.	Новоусманский МР		+3687		+783
16.	Новохоперский МР	-394		-240	
17.	Ольховатский МР		+15		+4
18.	Острогожский МР	-1809		-495	
19.	Павловский МР	-904		-203	
20.	Подгоренский МР	-519		-179	
21.	Панинский МР	-52		-28	
22.	Петропавловский МР	-1469		-609	
23.	Поворинский МР		+26		+23
24.	Рамонский МР	-34			+162
25.	Репьевский МР	-573		-205	
26.	Россошанский МР	-397		-11	
27.	Семилукский МР	-19		-1	
28.	Таловский МР	-2345		-1376	

№ п/п	Городские округа и муниципальные районы Воронежской области	Изменения в сторону уменьшения, чел.	Изменения в сторону увеличения, чел.	Изменения в сторону уменьшения, жил. домов	Изменения в сторону увеличения, жил. домов
29.	Терновский МР		+162		+96
30.	Хохольский МР		Без изменения		
31.	Эртильский МР	-3235		-1020	
32.	Итого за область:	На 17112 человек меньше		На 4090 жилых домов меньше	

Паспорта гидрологической безопасности предназначены для превентивной работы. В частности, для информирования, оповещения и подготовки к эвакуации населения. Могут быть использованы при осуществлении проверок, разработке планов действий при поддержке принятия решений руководителя. Использование обсуждаемых документов является актуальным как в период подготовки и прохождения половодья, так и при паводках, которые вероятны в любое время года, а также при авариях на гидротехнических сооружениях, вызванных различными погодными явлениями и гипотетическими террористическими актами.

Прослеживается динамика гидрологической обстановки в части, касающейся изменений по жилому фонду и количеству человек, попадающих в зоны затопления с 2013 по 2019 гг. В целом за область наблюдаются изменения в сторону уменьшения, при этом в самих муниципальных образованиях ситуации различны. Видимо, реальная обстановка (половодье 2018 года) заставила органы местного самоуправления более объективно посмотреть на гидрологические риски. Новое половодье (может быть любого масштаба, вплоть до катастрофического) способно открыть истинные границы зон затопления. Также пересмотр рисков будет проводиться и после утверждения разработанных для Воронежской области зон затопления. Изучаемые данные предназначены для использования в превентивной работе по безаварийному прохождению половодья. При этом в работе необходимо также учитывать и количество людей, у которых нарушаются условия жизнедеятельности в период прохождения весеннего половодья.

В результате проведенной аналитической работы выявлена некая закономерность:

1. Как представляется, городское население увеличивается, сельское – уменьшается (жители умирают или покидают дома, постройки становятся ветхими и пр.).

2. Также наблюдаются такие противоположные тенденции: как уменьшение (вплоть до полного отсутствия) населения и жилого фонда в селах в соответствии с данными 2019 года по сравнению с 2013 годом (например, в Острогожском муниципальном районе (рис. 3-4), при этом, информация в каждом конкретном случае требует уточнения); так и увеличения жилых домов и людей в зонах затопления (например, в с. Новая Усмань Новоусманском района (рис. 1-2)).

Анализ показал, что происходит как «отток» населения из села, увеличение количества жителей в городах (городские поселения, райцентры), так и «приток» населения в развивающиеся села (например, как в селе Лосево Павловского района: увеличение количества жителей происходит посредством увеличения торгового оборота в связи с близостью к дороге и с местом остановки автотранспорта (как дальнего, так и ближнего следования)), также происходит укрупнение населенных пунктов (в том числе, за счет сокращения проживающего населения).

Выявленная закономерность также может быть использована в дальнейшем при решении задач по вопросам страхования и проведения пропагандистской работы по запрещению строительства и переселения в зоны, подверженные затоплению от рек в результате прохождения весеннего половодья.

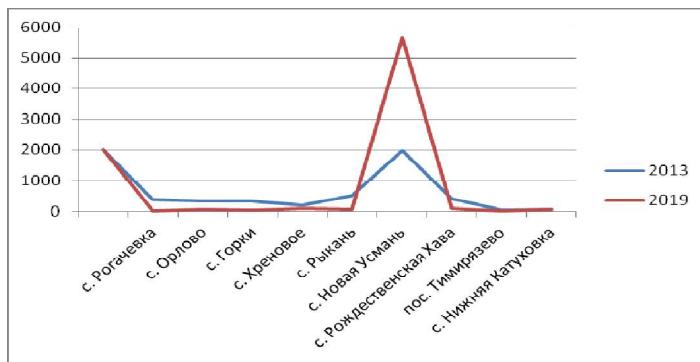


Рис. 1. Количество пострадавшего населения  
в результате затопления от рек в Новоусманском районе за 2013 и за 2019 гг.

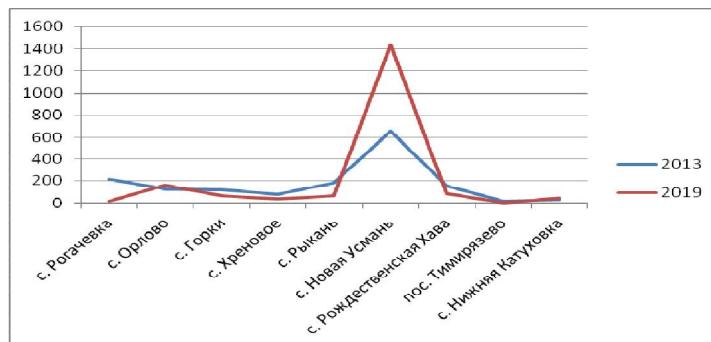


Рис. 2. Количество жилых домов, попадающих в зоны затопления  
от рек в Новоусманском районе за 2013 и за 2019 гг.

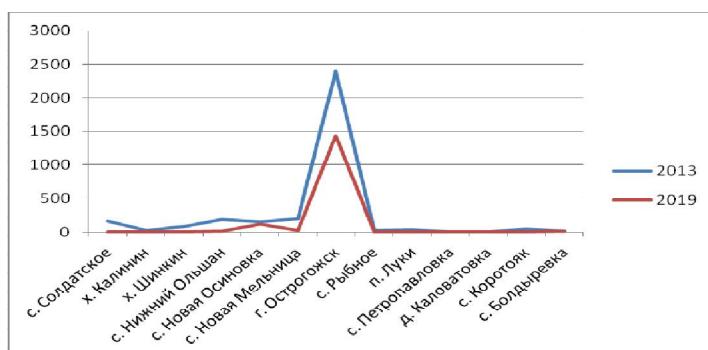


Рис. 3. Количество пострадавшего населения  
в результате затопления от рек в Острогожском районе за 2013 и за 2019 гг.

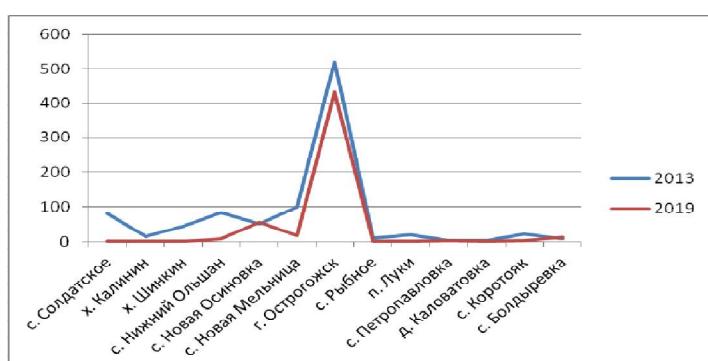


Рис. 4. Количество жилых домов, попадающих в зоны затопления  
от рек в Острогожском районе за 2013 и за 2019 гг.

В соответствии с методическими рекомендациями [2], паспорта гидрологической безопасности предполагают корректировку в контексте вновь выявленным рискам и сложившимся изменениям (например, демографической ситуацией, строительством).

Исходя из вышеуказанного, в рамках концепции, заложенной программой кампании «Мой город готовится», необходимо:

- проводить дальнейшую корректировку паспортов после обработки информации по идентификации зон затопления (проводится аналитическим отделом учреждения);
- отработать документы для «пригодности» в использовании при разработке планов действий;
- рассмотреть возможность «оснащения» паспортов картами-схемами (рекомендовать разрабатывать карты-схемы зон затоплений (или прикреплять имеющиеся));
- указанные гидрологические риски требуется внести в Планы действий по предупреждению и ликвидации ЧС муниципальных районов и городских округов;
- гидрологические риски должны быть идентичны рискам, отражаемым в документации территориального планирования муниципальных районов и городских округов.

#### Литература

1. Методические рекомендации для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по организации подготовки к паводкоопасному периоду, утвержденные заместителем министра МЧС России В.В. Степановым 04 декабря 2014 г. № 2-4-87-40-14.
2. Методические рекомендации для органов местного самоуправления Воронежской области по организации подготовки к весеннему половодью, утвержденные протоколом заседания КЧС и ОПБ правительства Воронежской области от 12.02.2019 № 2.
3. Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2020 г».
4. «Мой город готовится» - кампания Международной стратегии уменьшения опасности бедствий Организации Объединенных Наций в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.srpsrb.org/moj-gorod-gotovitsya>, свободный – (16.02.2020).

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

N. Y. Vasil'eva, N. D. Razin'kov

#### HYDROLOGICAL SAFETY DATA SHEETS SUCH AN EFFECTIVE PREVENTIVE ACTION WHICH IS PREDICTIVE AND ANALYTICAL NATURE

The article considered the analysis results of hydrological safety data sheets the human settlements of Voronezh region. Practical application of hydrological safety data sheets is shown with the support of managerial decision-making. Future route are mapped out of the material available

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

П. А. Матюшев, В. М. Афанасьев

## РАЦИОНАЛЬНОЕ МЕСТО ДИСЛОКАЦИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассматривается вопрос определения рационального места дислокации аварийно-спасательных формирований, создаваемых субъектом Российской Федерации и обосновывается необходимость разработки метода определения места дислокации аварийно-спасательных формирований на территории субъекта

В современных условиях время, как правило, рассматривается как ключевой фактор в организации любой сферы деятельности. При проведении аварийно-спасательных работ, время является решающим фактором для спасения человеческой жизни.

Некоторые ученные провели исследование времени спасения и выживаемости в дорожно-транспортных происшествиях. Время спасения в дорожно-транспортных происшествиях напрямую влияет на выживаемость, и через 7 минут после аварии выживаемость значительно уменьшается с постепенным увеличением времени спасения. Через 14 минут его можно снизить до уровня ниже 75%. Следовательно, время обнаружения аварии и время реагирования на спасательные операции должны быть сокращены, чтобы позволить пострадавшим получить необходимую неотложную помощь в кратчайшие сроки. Кроме того, разумная схема выбора площадки для аварийно-спасательных станций может избежать потери материалов, используемых для спасения, сократить транспортные расходы, а также сэкономить рабочую силу и ресурсы, а также помочь сократить время транзита и решить проблемы с различными рабочими нагрузками каждой спасательной команды. В условиях ограниченной пропускной способности, достижение экономической цели планирования перевозок может эффективно смягчить противоречие с недостаточной пропускной способностью [3].

Анализ научно-технической литературы показал, что определение места размещения аварийно-спасательного формирования на территории субъекта Российской Федерации остается не рассмотренным по сегодняшний день.

В реальных условиях при создании (оптимизации) аварийно-спасательного формирования за основы выбора их места размещения берутся только экономический фактор, такой как размещение отряда в свободном подходящем здании и увеличение зоны ответственности (реагирования) аварийно-спасательного формирования. Также важнейшим решением этого вопроса выступает волевое решение руководителей субъекта. Это отрицательно сказывается на эффективности работы аварийно-спасательного формирования: неравномерно распределяется нагрузка между несколькими аварийно-спасательными формированиями, увеличивается время прибытия, увеличиваются финансовые затраты на ГСМ и оплату труда.

Время прибытия и начала проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ является основным критерием работы аварийно-спасательных формирований, однако фактор частоты привлечения аварийно-спасательного формирования к выполнению задач по предназначению на определенной территории остается без внимания.

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации аварийно-спасательные формирования создаются:

- на постоянной штатной основе – профессиональные аварийно-спасательные службы, профессиональные аварийно-спасательные формирования;
- на нештатной основе – нештатные аварийно-спасательные формирования;
- на общественных началах – общественные аварийно-спасательные формирования;

Профессиональные аварийно-спасательные службы и аварийно-спасательные формирования, за исключением аварийно-спасательных формирований, выполняющих горноспасательные работы, создаются:

- в федеральных органах исполнительной власти – решением Правительства Российской Федерации;
- в субъектах Российской Федерации – органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;
- в органах местного самоуправления – по решению органов местного самоуправления, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации;
- в организациях, занимающихся одним или несколькими видами деятельности, при осуществлении которых предусмотрено обязательное наличие у организации собственных аварийно-спасательных формирований [1].

В зависимости от стоящих задач, аварийно-спасательные формирования аттестуются на один из видов аварийно-спасательных работ:

- поисково-спасательные работы;
- горноспасательные работы;
- газоспасательные работы;
- противофонтанные работы;
- аварийно-спасательные работы, связанные с тушением пожаров;
- работы по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС;
- работы по ликвидации последствий радиационных аварий;
- работы по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации [2].

Аварийно-спасательные формирования, создаваемые в субъекте Российской Федерации, имеют заранее определенные задачи, основанные на географических и социально-экономических характеристиках субъекта. Также заранее определен штат, оснащенность техникой и оборудованием, профессиональная подготовка спасателей и, следовательно, определен перечень выполняемых аварийно-спасательным формированием работ.

Задачу определения рационального места дислокации этих аварийно-спасательных формирований можно разделить на следующие частные задачи:

- построение графоаналитической модели потенциальной опасности субъекта Российской Федерации;
- определение задач, возлагаемых на вновь создаваемую аварийно-спасательную службу;
- определение комплексного показателя вероятности привлечения аварийно-спасательного формирования к выполнению задач по предназначению;
- определение зон ответственности аварийно-спасательного формирования;
- обоснование выбора места дислокации аварийно-спасательного формирования в зоне ответственности;
- определение мест дислокации аварийно-спасательных формирований на примере субъекта Российской Федерации.
- разработка методических рекомендаций по определению мест размещения аварийно-спасательных формирований.

<b>Определение ограничений и допущений</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– финансирование на функционирование аварийно-спасательной службы;</li> <li>– количество создаваемых аварийно-спасательных формирований;</li> <li>– ограничение штатной численности;</li> <li>– укомплектованность личным составом и техникой;</li> <li>– уровень профессиональной подготовки спасателей;</li> <li>– наличие зданий и помещений, подходящих для размещения аварийно-спасательного формирования</li> </ul>



<b>Выявление исходных данных</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– выявление потенциальных источников возникновения чрезвычайных ситуаций и происшествий на территории субъекта Российской Федерации;</li> <li>– количество аварийно-спасательных формирований;</li> <li>– статистические-вероятностные сведения из паспортов безопасности территорий муниципальных образований</li> </ul>



<b>Разработка методики определения мест дислокации аварийно-спасательных формирований</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– определений комплексного показателя вероятности привлечения аварийно-спасательного формирования к работе по предназначению на каждой территории муниципального образования субъекта Российской Федерации;</li> <li>– определение зон ответственности (реагирования) каждого аварийно-спасательного формирования;</li> <li>– определение места дислокации аварийно-спасательного формирования в каждой зоне ответственности (реагирования)</li> </ul>



<b>Проведение прикладных исследований на примере субъекта Российской Федерации</b>
<b>Разработка методических рекомендаций по определению мест дислокации аварийно-спасательных формирований на территории субъекта Российской Федерации</b>



Представленный подход позволит разработать методические рекомендации по определению мест дислокации аварийно-спасательных формирований на территории субъекта Российской Федерации, основанные на статистико-вероятностных данных привлечения аварийно-спасательных формирований к действию по предназначению. Это позволит равномерно распределить нагрузку между всеми аварийно-спасательными формированиями, уменьшить финансовые затраты на функционирование аварийно-спасательных формирований и повысить защищенность населения и территории от возможных чрезвычайных ситуаций.

#### Литература

1. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федеральный закон от 22 августа 1995 г. №151-ФЗ (с изм. И доп.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru>
3. Jian-Rui Feng, Wen-mei Gai, Ju-ying Li. Multi-objective optimization of rescue selection for emergency logistics management. 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.springer.com>

Поисково-спасательная служба Республики Татарстан при Министерстве по делам гражданской обороны  
и чрезвычайным ситуациям Республики Татарстан, г. Казань, Россия  
Министерство по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Республики Татарстан, г. Казань,  
Россия

P. A. Matushev, V. M. Afanasev

## THE RATIONAL PLACE FOR THE DISLOCATION OF EMERGENCY RESCUE FORMATIONS IN THE TERRITORY OF THE SUBJECT OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article discusses the issue of determining the rational location of emergency rescue units created by a subject of the Russian Federation and substantiates the need to develop a method for determining the location of emergency rescue units on the territory of a subject

Search and Rescue Service of the Republic of Tatarstan under the Ministry of Civil Defense and Emergencies of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia  
Ministry of Civil Defense and Emergencies of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

УДК 614

А. А. Борисенкова, О. В. Дегтярева  
**ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА**

В статье рассмотрены основные проблемы промышленной санитарии, каким рискам подвергаются рабочие в условиях производства и какие мероприятия необходимы для безопасной работы сотрудников

**Промышленная санитария** — это серия практик, предназначенных для защиты здоровья и безопасности работников в промышленных условиях, а также для защиты окружающей среды от токсичных отходов и загрязнений. Имеются специальные законодательные акты, которые относятся к производственной санитарии и устанавливают стандарты для промышленных объектов. Эти нормативные документы применяются представителями органов безопасности и охраны труда, которые имеют право осматривать объекты, давать рекомендации в случае выявления нарушений и имеют право на закрытие объектов в случае грубых нарушений [1].

Существует ряд проблем санитарии, которые необходимо учитывать на промышленных объектах. Одним из них является базовая санитария, которая включает в себя содержание помещения в чистоте и порядке, чтобы в нем было комфортно и безопасно работать. Это включает в себя вентиляцию, базовые услуги по уборке и так далее. Сотрудники также должны иметь доступ к санитарно-гигиеническому оборудованию, которое поможет им оставаться в безопасности и чистоте, такому как: рабочие туалеты, душевые, шкафчики для хранения вещей и тому подобное.

Другим важным фактором обеспечения промышленной санитарии является проверка отходов на предприятии. Работа с отходами предусматривает все, от обеспечения безопасности химических веществ, которые необходимы в производстве, до того, что транспортные контейнеры используются повторно или правильно утилизируются. Так же может потребоваться контракт с компанией по управлению отходами, когда предприятие неоднократно было замечено в неправильной утилизации остатков производства, особые требования выдвигаются в обращении с радиоактивными или биологическими отходами [4].

Потребности в промышленной санитарии подразумевают доступ к очищенной воде, четкое соблюдение протоколов обращения с отходами и контроль оборудования, используемого на предприятии, для доказательства того, что оно не наносит вред

окружающей среде и не оказывает на работников опасных воздействий. Санитарные меры включают в себя мероприятия, принятые для защиты целостности продукта, чтобы гарантировать, что продукты не загрязняются. Требования на различных объектах довольно разнообразны. При создании промышленного производства необходим специалист, который наметит необходимые потребности и разработает план, в котором будут учтены их особенности и возможности для изменений и улучшений работы с отходами в будущем. Поскольку санитарные нормы часто изменяются, важно иметь специалиста, который знаком с последними правилами промышленной санитарии [3].

### **От чего зависят здоровье работников?**

Продолжительность рабочего дня по трудовому кодексу РФ составляет 8 часов в день, вид деятельности и условия труда несут прямое влияние на здоровье сотрудников. Хорошие условия труда обязательно подразумевают под собой социальную защиту, вероятность личного развития, и ко всему защите от физических и психологических травм. Соблюдение правил гигиены труда позволяет снизить уровень стрессовых ситуаций на рабочем месте, в результате улучшаются социальные отношения с коллегами и чувство собственного достоинства каждого сотрудника, что приводит к положительным результатам в работе коллектива. Здоровье сотрудников предприятий это важный компонент для прибыли предприятия, производительности и экономического развития. Из этого следует, что восстановление и сохранение трудоспособности является первостепенной функцией служб охраны труда [5].

В дополнение к общей медицинской помощи всем работникам, особенно сотрудникам с повышенным риском для вреда здоровья, необходимы медицинские услуги для оценки и снижения подверженности профессиональным рискам.

Более половины работающего населения России неофициально трудоустроены без соцзащиты и медпомощи, а также отсутствует соблюдение стандартов гигиены труда и техники безопасности. Поэтому более 85 % неофициально сотрудников остаются без внимания служб охраны труда и не имеют никакого обеспечения гигиены труда [5].

Сотрудники промышленных предприятий, безусловно, подвергаются определенным профессиональным рискам. Обстановка, в которой находятся сотрудники, род деятельности и занимаемая ими должность оказывают воздействие на их организм. Люди, которым приходится работать в обстановке повышенного стресса или с опасными условиями труда, более подвержены к наличию вредных привычек, малоактивному образу жизни и придерживаются нездорового питания. Статистика хронических заболеваний из-за вышеперечисленных факторов, представлена на рисунке [5].

Около двух третьих работников не имеют никакой страховки для покрытия расходов в случае заболеваний и травм, вызванных неблагоприятными условиями труда. Некоторые предприниматели опрометчиво считают, что экономия на страховании рабочих поможет сократить расходы предприятия, тем самым увеличивая его доход. Но по данным исследований это далеко не так, ведь вложения в области охраны здоровья на рабочем месте помогут сократить количество невыходов на работу по причине различных заболеваний и затраты на здравоохранение для предприятий.

Равно как и, медицинские центры обязаны предоставить необходимые меры для обеспечения защиты здоровья сотрудников, хотя для большинства предприятий основной целью до сих пор является лечение, а не профилактика.

### **Ответ ВОЗ**

Стратегия, предложенная ВОЗ для улучшения медобслуживания работников, включая неофициально трудоустроенных, предполагает взаимопомощь другим странами по перечисленным ниже направлениям:

Дополнительное обучение сотрудников по оказанию первой помощи для обеспечения основных услуг по гигиене труда, таких как: консультирование по усовершенствованию

условий труда, контроль за состоянием здоровья работников, установление самых общеизвестных профзаболеваний и первая помощь.

Тесная взаимосвязь между службами охраны труда и медицинскими центрами в облегчении ухода за сотрудниками с хроническими заболеваниями и обеспечить их скорейшее возвращение на работу после длительного отсутствия по болезни.

Организовать мероприятия в области охраны здоровья сотрудников, которые позволяют предприятиям заботиться о здоровье рабочих, не полагаясь на профессиональные медицинские услуги.

## Профессиональные заболевания



### Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. от 21.07.1997) N 116-ФЗ
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
3. Навроцкий, В. К. Гигиена труда [Текст]: Учебник для сан.-гигиен. фак. мед. ин-тов / М.: Медицина, 1967
4. Большая медицинская энциклопедия. Промышленная санитария, 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия. — Т. 21.
5. Всемирная организация здравоохранения. Здоровье работающих: глобальный план действий [Электронный ресурс]: [от] 23.05.2007] // [https://www.who.int/occupational\\_health/WHO\\_health\\_assembly\\_ru\\_web.pdf](https://www.who.int/occupational_health/WHO_health_assembly_ru_web.pdf) (дата обращения 18.02.2020)

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

A. A. Borisenkova, O. V. Degtyareva

### INDUSTRIAL SANITATION AND LABOR HYGIENE

The article considers the main problems of industrial sanitation that are necessary for the safe work of employees

Samara State Technical University, Samara, Russia

К. С. Власов, М. М. Данилов, М. П. Еремин, П. С. Королев, С. В. Пилипчук, С. С. Фомин

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА НА ЗВЕНЬЯ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА

В статье рассмотрены параметры влияния опасных факторов пожара на звенья газодымозащитной службы на примере здания класса функциональной пожарной опасности Ф 4.3. Проведено построение полей опасных факторов пожара в программном обеспечении СИТИС Блок, реализующее полевую модель распространения опасных факторов пожара. Сделаны выводы о влиянии опасных факторов пожара на работоспособность личного состава ГДЗС

Немалая часть природных и техногенных катастроф приходится на пожары. От них не застрахован ни один объект. А самое страшное в пожарах это то, что они оказывают разрушительное воздействие не только на какое-то имущество, но также и на жизни и здоровье людей. Самой опасной составляющей пожара для человека являются опасные факторы пожара. По статистике ежегодно на пожарах погибает примерно 8 тыс. человек, около 90 % из этого числа погибают вследствие воздействия на них ОФП.

В настоящее время существует множество способов предвидеть влияние опасных факторов пожара на человека. К примеру, риск-ориентированный подход учитывает влияние ОФП на эвакуирующихся людей. Но воздействию ОФП подвергаются также и сотрудники МЧС, принимающие участие в тушении пожаров, что ни в одной методике не учитывается.

При проведении боевых действий по тушению пожара в непригодной для дыхания среде, подразделения пожарной охраны подвергаются воздействию критических значений опасных факторов пожара. Личный состав подвергается воздействию опасных факторов пожара, которые мгновенно или через определенный промежуток времени влияют на газодымозащитников выражаясь в последующем влияющих на его работоспособность при выполнении тактических задач. Согласно Федеральному закону "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ к опасным факторам пожара, действующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

Рассмотрим возможное влияние перечисленных факторов:

*Пламя и искры:* несмотря на защищённость личного состава боевой одеждой открытое пламя и раскалённые искры всё равно могут оказывать разрушительное воздействие на их тела.

В лучшем случае боевая одежда защищает около 90 % тела пожарного, причём на короткое время. Поэтому велика вероятность получения личным составом ожогов при проведении боевых действий непосредственно у очага.

*Тепловой поток и повышенная температура окружающей среды:* за считанные минуты среднеобъёмная температура в помещении, где произошёл пожар, может достигать 300-500 °C, что безусловно будет пагубно сказываться на участников тушения пожара. Ведь длительное воздействие высоких температур приводит к обезвоживанию организма, что может закончиться летальным исходом.

*Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения:* является наиболее опасным фактором при пожаре, из-за которого происходит

большинство смертей. Защита от данного ОФП достигается путём применения пожарными средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. В данный момент существует множество СИЗОД, помогающих снизить до минимума влияние токсичных веществ на участников боевых действий.

**Пониженная концентрация кислорода:** в результате выделения во время пожара углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) происходит вытеснение кислорода, что значительно понижает его концентрацию в воздухе. Пониженная концентрация кислорода может привести к удушью и последующей смерти. Влияние данного ОФП на организм участников боевых действий по тушению пожара также сведено к минимуму благодаря использованию СИЗОД.

**Снижение видимости в дыму:** приводит к ухудшению ориентации звеньев ГДЗС внутри здания, что увеличивает вероятность получения травмы на пожаре. Полностью решить проблему низкой видимости можно только путём применения специальной пожарной техники или мощной системой противодымной вентиляции.

Для соотношения величины опасных факторов пожара влияющих на работоспособность звеньев ГДЗС проведем исследование на примере здания класса функциональной пожарной опасности Ф4.3 с использованием программного обеспечения Ситис: Блок +3,00. Построение полей опасных факторов пожара проводится по полевой модели распространения ОФП в здании. Замер величин опасных факторов пожара осуществляется на 600 секунде от начала пожара.

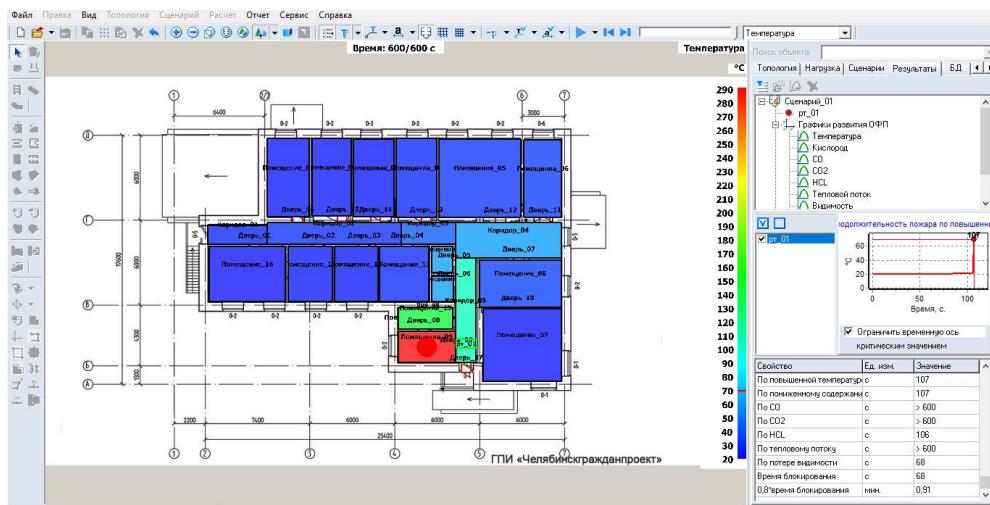


Рис. 1. Схема температурного режима

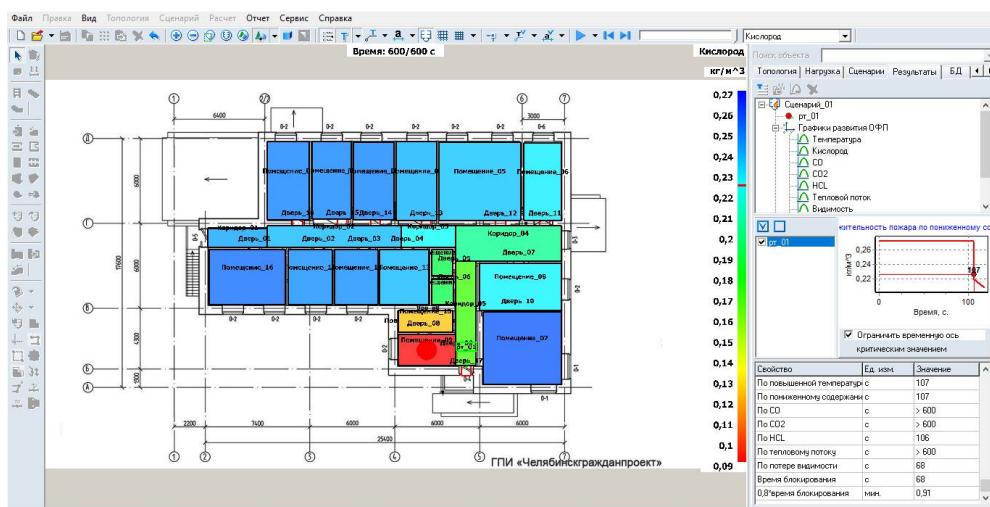


Рис. 2. Схема содержания кислорода

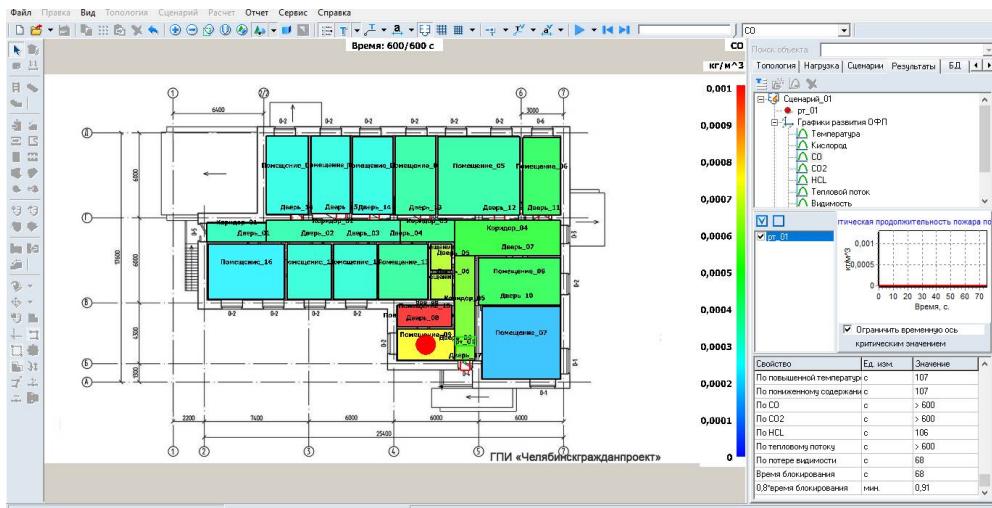


Рис. 3. Схема содержания СО

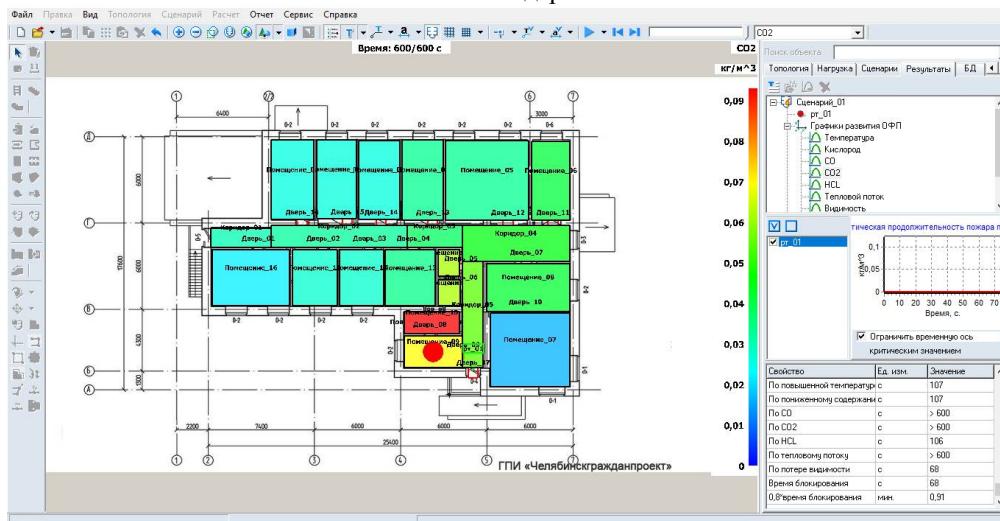


Рис. 4. Схема содержания CO<sub>2</sub>

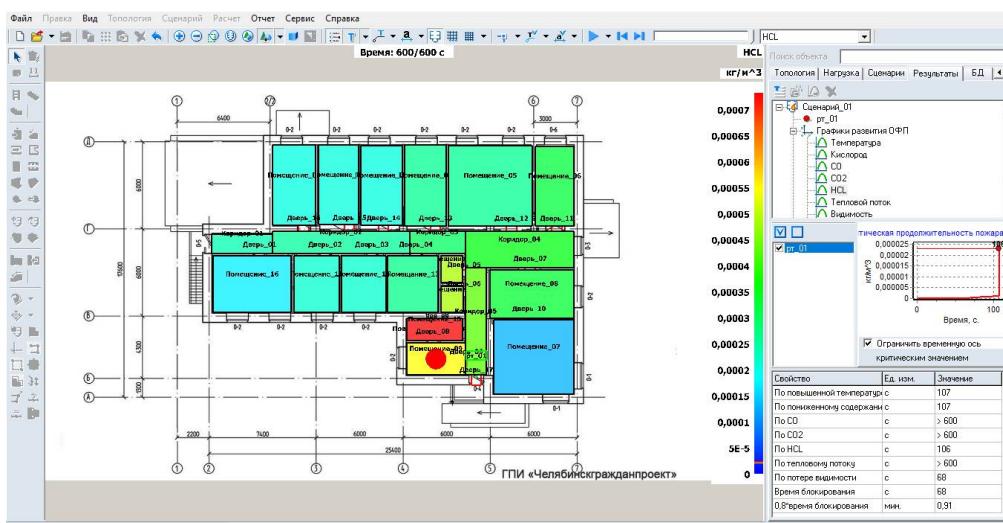


Рис. 5. Схема содержания HCL

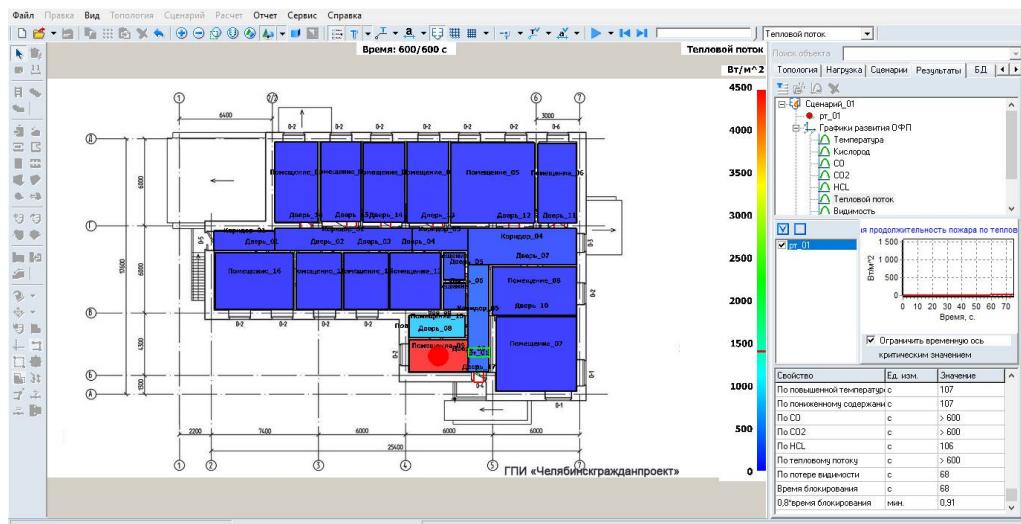


Рис. 6. Схема распространения теплового потока

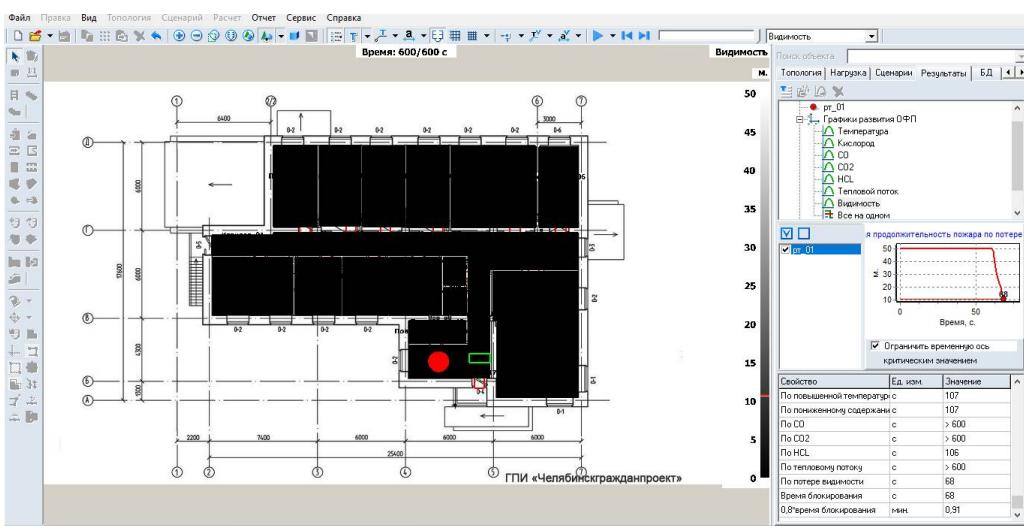


Рис. 7. Схема задымления в здании

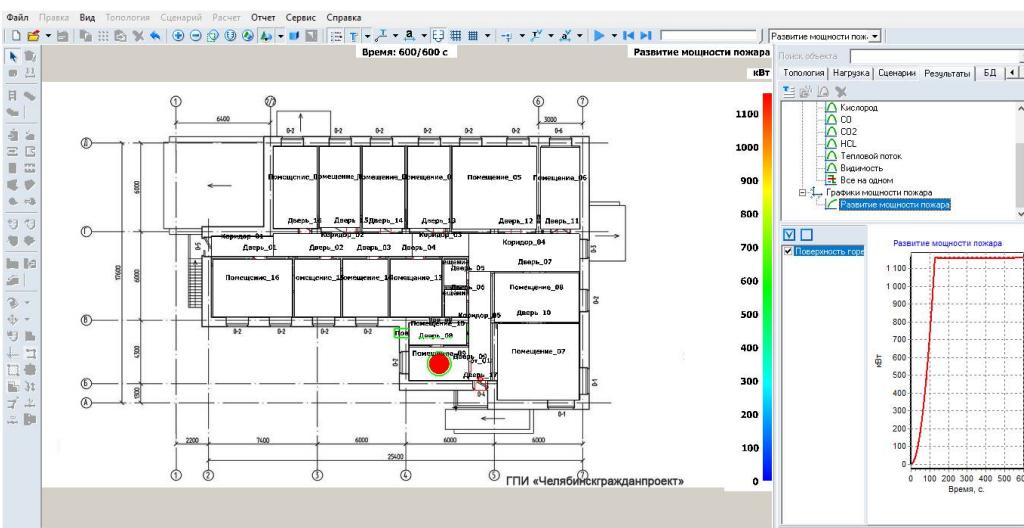


Рис. 8. Схема развития пожара

В результате приведенного моделирования пожара построена полевая модель для определения динамики развития ОФП. Основой для модели явились уравнения, выраждающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в

рассматриваемом малом контрольном объеме, для замыкания системы уравнений используется уравнение состояния идеального газа. Исходя из, полученных данных по значениям динамики развития ОФП в офисном здании было получено, что блокирование путей эвакуации произойдет через 68 секунд. Тепловой поток на 600 секунду пожара достигнет значений  $4,5 \text{ кВт}/\text{м}^2$  в пределах помещения пожара, в смежных помещениях тепловой поток может достигать до  $1,5 \text{ кВт}/\text{м}^2$ , что усложнит проведение боевых действий по тушению пожара, подачу стволов на тушение пожара, работу звена ГДЗС со стволом в НДС. Потеря видимости в дыму достигнет критических значений во всем здании на момент 600 с от начала пожара, что также затруднит работу звеньев ГДЗС вследствие ограничения видимости и затруднения ориентации в пространстве. Снижение видимости напрямую влияет на ход тушения пожара, снижая тактические возможности пожарных подразделений, так как этот фактор мешает в кратчайшие сроки провести разведку и найти оптимальный путь до очага [3].

Представлены сведения о влиянии опасных факторов пожара на звенья газодымозащитной службы при ведении действий, связанных с решением различных задач при тушении пожара.

#### Литература

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
3. Чистяков И.М. Динамика параметров работы звеньев ГДЗС при снижении видимости на пожаре / И.М. Чистяков // Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России. – 2019. – С. 205 – 208

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

K. S. Vlasov, M. M. Danilov, M. P. Eremin, P. S. Korolev, S. V. Pilipchuk, S. S. Fomin

#### IMPACT OF OCEAN FIRE FACTS ON GAS SMOKE PROTECTION SERVICE LINKS DURING FIGHTING TO EXTINGUISH FIRE

The article considers the parameters of fire hazards impact on gas smoke protection service links on the example of functional fire hazard class building F 4.3. Construction of fire hazard fields was carried out in CITIS Unit software, which implements field model of fire hazard propagation. Conclusions have been drawn on the impact of fire hazards on the operability of gas smoke protection service links personnel

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

УДК 625.855: 658.567.1

В. Н. Лукашевич, О. Д. Лукашевич

#### УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрены пути решения проблем переработки твердых отходов в строительстве. Приведенные примеры переработки полимерных отходов демонстрируют инновационный путь реализации важных направлений национальных проектов «Экология» и «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Проанализированы организационные и технические направления, направленные на экологизацию дорожно-строительной отрасли

Реализация мероприятий, заложенных в паспортах недавно принятых в России двенадцати национальных проектов, призвана обеспечить рост благосостояния и

безопасности людей через решение актуальных экономических, экологических, социальных проблем. На наш взгляд, многие проекты тесно связаны и требуют комплексного подхода. Так, задачи проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [1] перекликаются с таковыми, обозначенными в проекте «Экология». Рассмотрим данный тезис на примере внедрения в практику дорожного строительства новых технологий, основанных на вовлечении в процесс приготовления асфальтобетонных смесей полимерных отходов. При этом системно решается как задача снижения количества отходов, накапливающихся на несанкционированных свалках и полигонах, так и обеспечивается экономия электроэнергии и сырьевых ресурсов, требуемых для асфальтирования дорог (благодаря увеличению продолжительности их безремонтной эксплуатации).

Научно-техническая литература по удешевлению строительства и повышению надежности и долговечности автомобильных дорог за счет использования при строительстве инженерных сооружений крупнотоннажных промышленных отходов достаточно обширна [2-7]. Обосновано вовлечение в процесс получения асфальтобетона шлаковых материалов [4, 5]. К ним относятся гранулированные доменные шлаки, шлаковые и шлакопемзовые пески, ваграночные шлаки, применение которых способствует экономии природного сырья при создании дорожных покрытий. Показано, что отходы ионообменных смол из водоочистных установок могут использоваться в качественноверхностно-активной добавки, что способствует увеличению адгезии битума к поверхности минерального материала при получении асфальтобетонных смесей, что, в свою очередь, повышает их водо- и теплоустойчивость. Предложено также новое техническое решение использовать конвертерные шлаки с добавками пульпы гипохлорита кальция в строительстве оснований автомобильных дорог [2].

Для строительства дорог используются такие полимеры, как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол—содержащие пластмассы и их отходы в виде пленок, труб, пустой тары и т.п.; полимерные волокнистые материалы (отслужившие или брак); резиновые / каучуковые изделия (в первую очередь – автошины).

Разработан способ армирования асфальтобетонной смеси путем введения в смеситель дискретных отрезков химических волокон, либо расплавленного волокнообразующего полимера [8, 9]. В зависимости от толщины используемых полимерных волокнистых частиц, они могут располагаться или непосредственно в адсорбционно-сольватных оболочках битума или выходить за их пределы. Если волокнообразующий полимер вводится в виде расплава / раствора, то повышается адгезия битума к поверхности армирующих волокон. В результате становится возможным получение улучшенной структуры армирующей решетки в асфальтобетоне [9]. Запатентованный автором данной работы способ армирования асфальтобетонной смеси (патент РФ 2102353 [8]) позволяет вводить непосредственно в горячую асфальтобетонную смесь (АБС) расплав полимерных отходов. При этом снижаются затраты на получение асфальтобетона, улучшаются трещиностойкость, прочностные, сдвиговые характеристики покрытия. Предложенная схема установки приведена на рис.1.

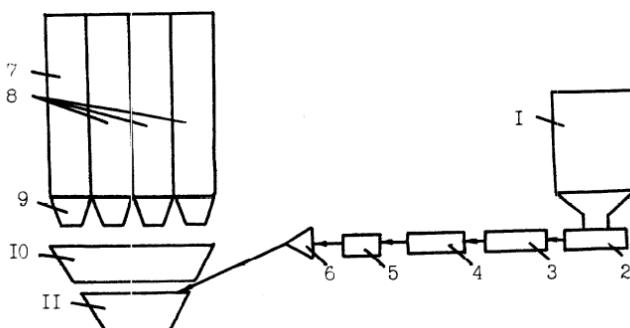


Рис. 1. Упрощенная схема установки для реализации способа армирования асфальтобетонной смеси по патенту РФ 2102353 [8]. 1 – формовочное устройство; 2 – плавильная головка; 3 – напорный насос; 4 – дозатор расплава; 5 – фильтры; 6 – фильтры; 7, 8 – бункера для песка, щебня и минерального порошка 9 – дозаторы; 10 – собирающая воронка; 11 – смеситель

Для приготовления АБС по предложенному способу [8] в смеситель 11 подают минеральный порошок и горячий битум, перемешивают, одновременно туда вводятся горячие синтетические волокна, после чего – щебень и песок, продолжая перемешивание. В результате формируется армированная АБС. Данная технология прошла лабораторные испытания. Полученные на модельной установке образцы дисперсно-армированного асфальтобетона были исследованы рядом физико-химических методов и прошли испытания на прочность и водостойкость. Результаты экспериментов показали высокие характеристики образцов армированного асфальтобетона.

В заключении отметим, что в последние 20 лет в России наметился интерес (хотя и слабый) бизнеса к формированию отраслевого направления по переработке отходов производства при производстве строительных материалов. Однако этот процесс тормозится из-за ряда причин. Прежде всего – это отсутствие системного подхода к данной проблеме. Необходимо совершенствование действующего законодательства; государственные усилия по обеспечению сотрудничества между поставщиками и переработчиками отходов, между представителями крупного, среднего и малого бизнеса с координирующей ролью и субсидированием государственными субсидиями убыточных технологических стадий; мотивация бизнеса через послабление налогового бремени; создание программ по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами, предназначенными для переработки в качестве компонентов дорожно-строительных материалов.

На рис.2 сделана попытка показать технологию утилизации отходов как совокупность взаимосвязанных подсистем, каждая из которых играет существенную роль.



Рис. 2. Технология утилизации отходов как совокупность подсистем

Системный подход (на уровне государства) к технологиям утилизации промышленных отходов подразумевает как содержание, способ деятельности, так и систему материально-технических средств (механизмов, оборудования, материалов), для их реализации и контроля; только так можно достичь успеха в реализации национальных проектов.

В последние 20 лет у малого и среднего бизнеса в России наметился интерес (хотя и слабый) к формированию отраслевого направления по переработке отходов производства при производстве строительных материалов. Однако этот процесс тормозится из-за ряда причин. Прежде всего – это отсутствие системного подхода к данной проблеме. Необходимо совершенствование действующего законодательства; государственные усилия по обеспечению сотрудничества между поставщиками и переработчиками отходов, между представителями крупного, среднего и малого бизнеса с координирующей ролью и субсидированием государственными субсидиями убыточных технологических стадий; мотивация бизнеса через послабление налогового бремени; создание программ по обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами, предназначенными для переработки в качестве компонентов дорожно-строительных материалов.

## Литература

1. Паспорт нацпроекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (разработан Минтрансом России во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года») [Электронный ресурс] <http://government.ru/info/35558> (Дата обращения 06.03.20)
2. Ковалев Н.С. Улучшение транспортной инфраструктуры населенных мест с использованием местных материалов и отходов промышленности/ Н. С. Ковалев, Е. Н. Отарова // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Том. Часть II. Воронеж: Воронежский гос. аграрн. ун-т. 2016.- с. 77-82
3. Прокопец В. С. О возможности применения техногенных отходов промышленности свердловской области для строительства оснований дорожных одежд/В.С. Прокопец, Е. А. Голубева, И. М. Карамышев //Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: Материалы 65-й научно-технической конференции. 2011. Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ) - С. 211-214.
4. Руденский А. В. Актуальные проблемы ресурсосбережения при строительстве и ремонте дорожных асфальтобетонных покрытий / А. В. Руденский // Дороги и мосты. – 2016. – Вып. 35/1. – С. 20-30.
5. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. Обзорн. информация отеч. и зарубежн. опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС: обзорная информация / ФГУП «СОЮЗДОРНИИ». – М., 2003. – Электрон. данные. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/45/45754/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/45/45754/index.php) (дата обращения: 20.12.2019).
6. Балабанов В. Б. Применение зольных отходов в дорожном строительстве/ В. Б.Балабанов, В. Л. Николаенко// Вестник ИрГТУ № 6 (53) 2011. С.37-41
7. Фахратов М. А. Организационные проблемы использования промышленных отходов / М.А. Фахратов, Д.А. Файзуллин // Инженерный вестник Дона. 2018. № 3. [Электрон.ресурс]. Режим доступа ivdon.ru/tu/magazine/archive/n3y2018/5092 (Дата обращения 06.03.20)
8. Патент РФ 2102353 С04 В 26/26; С04 В 111:20 Способ армирования асфальтобетонной смеси / Лукашевич В. Н., Головина М. В. приоритет 15.01.1996. Опубл. 20.01.1998.
9. Ефанов Н. Е. Влияние технологии дисперсного армирования асфальтобетонных смесей на процессы их структурообразования // Н. Е. Ефанов, В. Н. Лукашевич, И. В. Пиряев // Вестник Томского гос. архит. – строит. ун-та (ТГАСУ).2007. № 1. С.204-209.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

V. N. Lukashevich, O. D. Lukashevich

## RECYCLING OF PRODUCTION WASTES IN ROAD CONSTRUCTION

Ways of solving the problems of recycling solid construction waste are considered. An example of polymer waste's recycling demonstrates an innovative way to implement important areas of the national projects "Ecology" and "Safe and high-quality roads". The organizational and technical directions aimed at greening the road construction industry are analyzed

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Е. А. Щербакова, А. К. Толешов

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТНО-УЛАВЛИВАЮЩИХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ НА ВЫСОТЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В статье рассмотрены причины падения с высоты, а также основные требования к защитно-улавливающим системам. Предложено внесение изменений в конструкцию защитно-улавливающей системы. Проведен комплексный анализ используемых материалов защитно-улавливающей сети

Высота падения является базовым фактором, влияющим на тяжесть несчастных случаев при падении с высоты и смертельный исход. Данный аспект во многом предопределется нормативно-правовой базой законодательства, где основные правила и требования предъявляемые к работодателям и сотрудникам при организации и выполнении работ на высоте закреплены в соответствующем приказе Минтруда России [1].

Требования, предъявляемые к СИЗ при выполнении работ на высоте были разработаны в соответствии с Соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 года в целях обеспечения на территории Таможенного союза защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей [2].

В результате проведенного анализа статистических данных [3], определено, что в 2018 году сохранилась устойчивая тенденция к снижению уровня производственного травматизма.

В настоящий момент сетки для защитно-улавливающих систем изготавливаются из полиамидных или полиэфирных нитей. Предлагаемая к установке в эксплуатационном положении защитно-улавливающая система должна выдерживать динамическую нагрузку от падения на сетку груза (манекена) массой  $(100\pm1)$  кг с высоты 7 м [4].

Согласно требованиям законодательства [5] недопустимыми дефектами сетки являются:

- разрыв окантовки сетки из каната (шнура);
- разрыв более 10 ячеек на площади 1 м;
- отрыв сетки от окантовки на участке более 1 погонного м;
- наличие следов нефтепродуктов.

В целях увеличения величины выдерживаемой динамической нагрузки сетью ЗУС предлагается внесение следующих конструктивных изменений, отображенных на рис. 1 и 2 ниже.

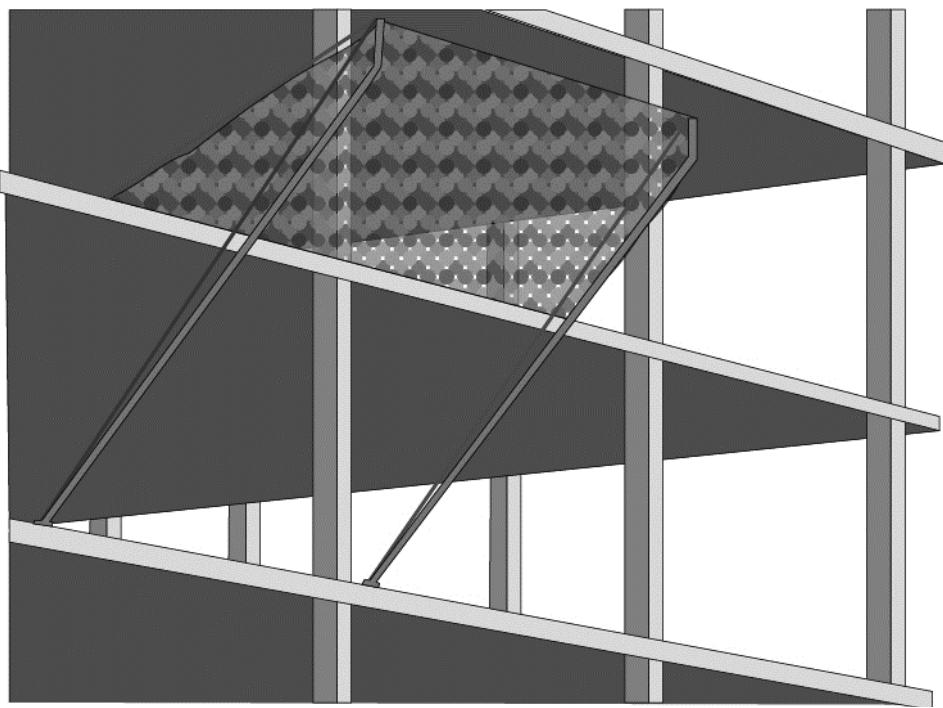


Рис. 1. Исходная конструкция защитно-улавливающей системы

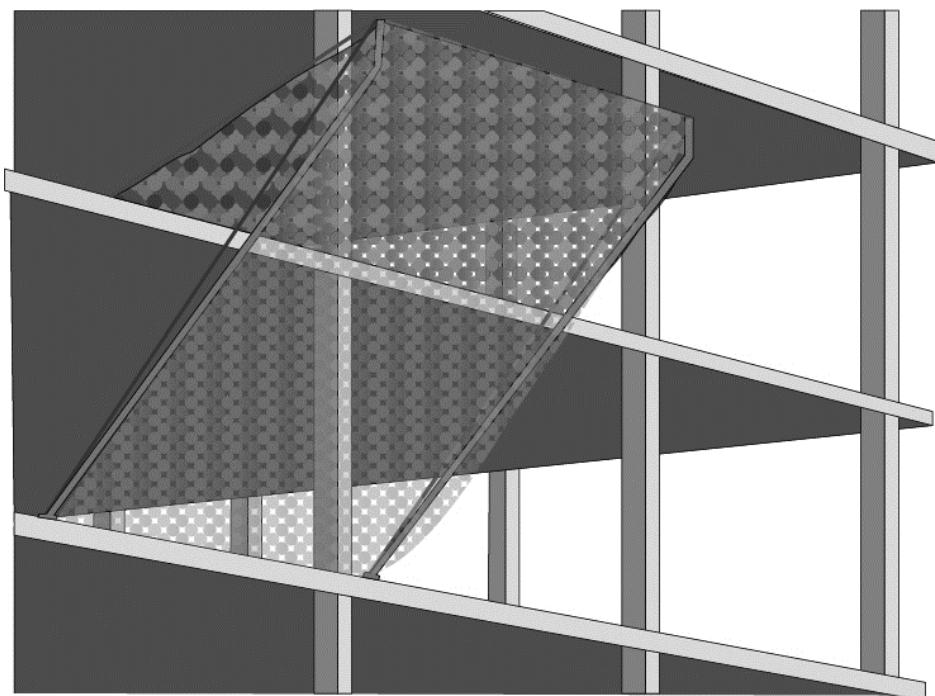


Рис. 2. Усовершенствованная модель защитно-улавливающей системы

Размер ячеек сети, изображенной на рис. 2 на верхнем ярусе, в целях обеспечения фильтрации относительно размера строительного мусора предполагается, а также снижения травмирования работников при падении с высоты, большим по размеру, нежели сеть, расположенная на нижнем ярусе. Кроме того, крепление сети предполагается изменить с точечного крепления, на крепление по периметру каркаса. Данные изменения позволяют также увеличить величину динамической нагрузки на сеть защитно-улавливающей системы, а также снизят риск травмирования работника в результате падения на посторонние предметы.

Согласно методике [6] были проведены испытания на разрыв с использованием напольной, двухвинтовой, двузонной, с компьютерной системой управления и измерения разрывной машины с максимальной нагрузкой каждой рабочей зоны до 50 кН производства

ООО «ТОЧПРИБОР-КБ» модификации И1147М (Свидетельство об утверждении типа СИ RU.C.28.072.A № 62347, регистрационный номер 63992-16). В качестве образцов были взяты канаты различных материалов и диаметров, характеристики которых и номера в качестве образцов приведены ниже в табл. 1.

Таблица 1

№ образца в эксперименте	Название образца	Материал образца	Диаметр образца, мм
1	Шнур джутовый	Джут	7
3	Шнур резиновый в полипропиленовой оплетке	Резина, полипропилен	4
4	Шнур капроновый бело-красный	Капрон	3
5	Шнур капроновый бело-синий	Капрон	4
6	Шнур полиамидный с силиконовым покрытием	Полиамид, силикон	4

Итоговые результаты испытаний приведены ниже на рис. 3 в протоколе серии испытаний.

### ПРОТОКОЛ СЕРИИ ИСПЫТАНИЙ

Вид испытания: Растяжение. Определение макс. нагрузки и отн. удлинения  
 Тип образца:  
 Материал образца  
 Маркировка образца  
 Номер плавки/партии: 1  
 Количество испытаний: 6  
 Дата проведения: 19.12.2019 10:25:53  
 Оператор: Щербакова  
 Температура 23 °C

Таблица. Результаты испытаний в серии.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Макс. нагрузка при растяжении	Временное сопротивление разрыву	Относит. удлинение при макс. нагрузке	Нагрузка при разрыве	Прочность при разрыве	Относит. удлинение при разрыве
			N	MPa	%	N	MPa	%
1	1		1369 Н	35,57 МPa	0 %	1217 Н	31,62 МPa	0 %
2	2		690 Н	17,93 МPa	0 %	672 Н	17,46 МPa	0 %
3	3		1020 Н	26,5 МPa	0 %	970 Н	25,2 МPa	0 %
4	4		3252 Н	84,5 МPa	0 %	3066 Н	79,67 МPa	0 %
5	5		4125 Н	107,2 МPa	0 %	4125 Н	107,2 МPa	0 %
6	6		1446 Н	37,57 МPa	0 %	1321 Н	34,33 МPa	0 %
Среднее значение (С3)			1984 Н	51,54 МPa	0 %	1895 Н	49,24 МPa	0 %
Станд. отклон.			1376 Н	35,75 МPa	0 %	1377 Н	35,79 МPa	0 %
Коэф. вариации С3, %			28,3 %	28,3 %		29,7 %	29,7 %	

Рис. 3. Протокол серии испытаний

Помимо представленных выше изменений предлагается замена материала сети защитно-улавливающей системы на сеть, произведенную из базальтового волокна. Данное решение обусловлено уникальными свойствами приведенного материала, выдерживающим в разы большие нагрузки (согласно результатам испытаний произведенных производителем [7]), а также относится к группе умеренногорючих (Г1), трудновоспламеняемых (В1) с малой дымообразующей способностью (Д1) согласно приложению к сертификату соответствия [8], что снижает риски возникновения пожара при производстве работ на высоте. Величины нагрузки, полученные в результате проведенных испытаний, выдерживаемой сеткой, выполненной из различных материалов, а также расчет стоимости на основании прайс-листа АО «Канат» г. Коломна, а также среднерыночных цен на комплектующие материалы, приведены ниже в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний на разрывную нагрузку канатов защитно-улавливающей сети, а также стоимости материалов 1 секции защитно-улавливающей сетки для размера 2500x1200 см

Диаметр, мм	Вес бухты, паковки, кг	Разрывная нагрузка не менее, Н	Цена за м, руб	Цена с НДС за м, руб
<b>Шнур джутовый</b>				
7	13-15	1100	10	12
<b>Шнур полиамидный с силиконовым покрытием</b>				
4	15-20	900	20	24
<b>Шнур резиновый в полипропиленовой оплётке</b>				
4	15-20	3100	18	21,6
<b>Шнур капроновый бело-красный</b>				
3	12-15	3900	17	20,4
<b>Шнур капроновый бело-красный</b>				
4	15-20	1100	25	30
<b>Базальтовая сетка</b>				
1>	-	4000	36р/м2	45р/м2
<b>Материала для монтажа ЗУС</b>				
Название элемента	Количество элементов, шт.	Цена, руб		
Кронштейн и 2 опоры	2	392		
Карабин	6	90		
Анкер-болт M12x120	8	200		
Болт M16	4	12		
Гайка M16	4	12		
Анкерный болт с крюком M12x70	2	30		
Итоговая стоимость 1 секции с двойной базальтовой сеткой и материалами для монтажа		844		
Среднерыночная стоимость секции аналоговой ЗУС		>2000		

Таким образом, замена способа крепления сетки к металлоконструкции, а также материала сетки с полипропиленового на базальтовое волокно позволяют увеличить величину динамической нагрузки на сеть ЗУС, а также снизят травмоопасность сетки при падении на нее человека, т.к. за счет увеличенного размера первого яруса сетки весь мелкий инструмент и строительный мусор будет проваливаться на нижний ярус, что исключает возможность травмирования работника в результате падения на посторонние предметы.

#### Литература

- Приказ Минтруда России от 28.03.2014 № 155н (редакция от 20.12.2018 г.) «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте».
- ТР ТС 019/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности средств индивидуальной защиты.
- Статистический сборник Федеральной службы государственной статистики 2018 г.
- ГОСТ Р 12.3.051-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Конструкции защитно-улавливающих сеток. Технические условия.
- ГОСТ Р 12.3.051-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Конструкции защитно-улавливающих сеток. Технические условия».
- ГОСТ 25552-82 Изделия крученые и плетеные. Методы испытания.
- Протокол испытаний №104-04-10/2018 от 04.10.2018 г., Испытательной лаборатории «Промтехконтроль» Общества с ограниченной ответственностью «Гамма-тест».
- Сертификат соответствия №РОСС RU.АЖ26.Н01145 от 04.10.2018.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия

E. A. SHCHERBAKOVA, A. K. TOLESHOV

# IMPROVEMENT OF PROTECTIVE AND CATCHING SYSTEMS USED IN WORKS AT HEIGHT AT CONSTRUCTION OF HIGH BUILDINGS

The article deals with the causes of falling from a height and the basic requirements for protective and catching systems. Changes in the design of protective and catching systems are introduced in the article. The article gives a comprehensive analysis of the materials used in the protective and catching systems

National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia

УДК 697.9

М. В. Анисимов, Ю. Н. Кузнецова, Е. В. Карпачева, Н. В. Талдонова

## АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЕНТОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ С ПОЗИЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И ОХРАНЫ ТРУДА

В статье дается анализ существующих нормативных требований по обеспечению уровней шумового воздействия от систем вентиляции зданий. Изучение требований к проектной документации с точки зрения выбранной темы. Описание акустического расчета на примере проектирования крышной вентиляции для общежития в г. Томске. Формулирование выводов

В настоящее время проблема шумового загрязнения городской среды от различных источников существенно возросла. Также большую актуальность имеет оценка проникающего шумового воздействия от размещаемого в здании климатического оборудования. Зачастую естественная вентиляция, которую можно считать бесшумной, уступает место механической вентиляции, которая в ряде случаев может стать источником избыточного шума в зданиях различного назначения.

В связи с этим оценка шумового влияния инженерных систем при проведении проектных работ систем вентиляции, расположенных внутри здания, приобретает особую актуальность.

В существующем СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [1] лишь вскользь упоминается о том, что в зданиях различного назначения следует предусматривать различные решения, обеспечивающие нормируемые уровни шума и вибрации, при этом в нем нет требований по обеспечению уровня шума и вибрации от вентоборудования, расположенного внутри здания, а также методики акустического расчета. В указанном СП имеется ссылка на СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [2] в котором приводятся требования по предельно допустимым и допустимым уровням звукового давления, уровням звука, эквивалентным и максимальным уровням звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки. Тем не менее, методики расчета в нем не приводятся. Методика акустического расчета источников шума (в том числе систем вентиляции) приведена в СП 271.1325800.2016 [3].

Дальнейший анализ нормативных требований к проектной документации инженерных систем выявил, что в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 87 от 16.02.2011 года «О составе разделов проектной документации и требований к их содержанию» (с изменениями на 6 июля 2019 года) в перечне глав [4], обязательных к исполнению в подразделе "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети" отсутствуют требования к оценке шумового влияния инженерного оборудования, размещенного внутри и снаружи зданий. Отсутствие данного требования фактически делает необязательным проведение акустического расчета инженерного оборудования, что в свою очередь, может повлечь за собой превышение шумового воздействия от него на практике. В ГОСТ 21.602-2016 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования» [5] (обязательный при выполнении проектной документации для систем вентиляции) также

отсутствуют требования по какой-либо проектной оценке возможного шумового влияний запроектированного вентиляционного оборудования на людей в здании.

В связи с вышесказанным, требования к проектной оценке шумового влияния проектируемого оборудования на данный момент недостаточно освещены в нормативных документах. Это, в ряде случаев, может привести к превышению требуемых СП нормативных уровней шума в зданиях, шумовому загрязнению городской среды, а также ухудшению качества жизни работников, находящихся в зданиях.

Для оценки шумового влияния вентоборудования на помещения в общественном здании нами был проведен акустический расчет «крышных» вентиляторов, размещенных на кровле общежития в г. Томске при проведении его капремонта. При этом, для уменьшения шумового влияния на общественные помещения верхнего этажа, были выбраны малошумные вентиляторы марки ВРКШ-3,15-4-3/1 и ВРКШ-3,55-4-3/1.

Проектом была предусмотрена установка "крышных" вентиляторов на существующие шахты 1-5, что позволило уменьшить уровень шума и вибрации в системах вентиляции.

Технические шумовые характеристики используемых вентиляторов приведены в табл. 1 (а, б).

Таблица 1  
Технические шумовые характеристики используемых вентиляторов («на выходе») (а)

ССис тема	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот							
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
BB2	ВРКШ-3,15-4-3/1	57	59	64	60	57	59	51,5	46,5
BB3	ВРКШ-3,15-4-3/1	57	59	64	60	57	59	51,5	46,5
BB4	ВРКШ-3,55-4-3/1	61	63	68	64	61	63	55,5	50,5
BB5	ВРКШ-3,55-4-3/1	61	63	68	64	61	63	55,5	50,5
BB6	ВРКШ-3,15-4-3/1	57	59	64	60	57	59	51,5	46,5

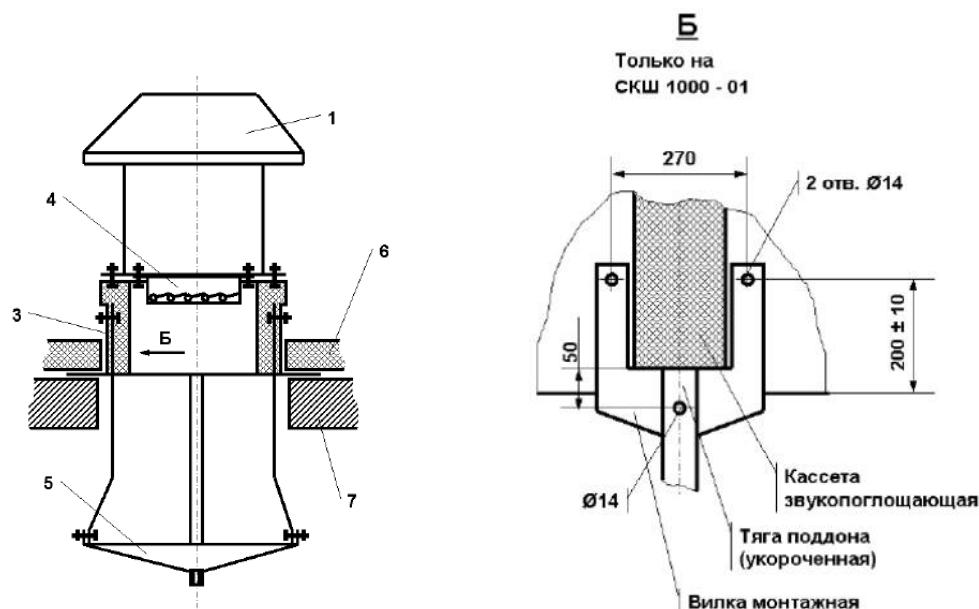
Технические шумовые характеристики используемых вентиляторов («на входе»)  
с учетом установки шумогасящего стакана типа СКШ (б)

ССис тема	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот							
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000
BB2	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5
BB3	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5
BB4	ВРКШ-3,55-4-3/1	57	58	63	69	68	60	59	58,5
BB5	ВРКШ-3,55-4-3/1	57	58	63	69	68	60	59	58,5
BB6	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5

Обеспечение шумо- и виброглушения в вытяжных крыщных системах предусмотрено за счет установки монтажных стаканов с шумоглушением типа СКШ (рисунок).

Указанные «крышные» вентиляторы рекомендованы к установке в жилых и общественных зданиях.

Крышные вентиляторы вынесены за пределы здания и имеют естественное рассеивание звуковой энергии в атмосфере.



Монтажные стаканы с шумоглушением типа СКШ

Для шумоизоляции крышных вентиляторов от жилых и общественных помещений общежития проектом предусматривается установка на чердаке прямоугольных шумоглушителей марки ГП-Евро фирмы «Лисант».

При расчете шумоглушения в каналах и воздуховодах систем вентиляции В2-В6 были учтены добавочные уменьшения шума по длине воздуховодов, наличию углов поворота, решеток и т.д. в соответствии с п.7.2 – 7.5 СП 271.1325800.2016.

В табл. 2-6 представлены сводные данные по уровням звука на ближайших вентустроениях в рабочих и жилых комнатах общежития с учетом совокупного применения шумоглушителей марки ГП Евро и малошумных крышных вентиляторов, установленных на звукоизолированном монтажном стакане. По требованию Заказчика уровень шума в жилых комнатах, которые обслуживает система В4, принят как для жилых квартир.

Таблица 2

Система	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот, Гц								
		331,5	663	1125	2250	5500	11000	22000	44000	88000
Требование СП 51.13330.2011 к жилым пом-ям										
7-23 <sup>00</sup>	774	558	447	440	334	330	227	225	223	
23 <sup>00</sup> - 7 <sup>00</sup>	668	550	339	330	224	220	117	115	113	
B4	ВРКШ-3,55-4-3/1	557	558	663	669	668	660	559	558,5	551
Величины уменьшения шума	Шумоглушитель ГП Евро, -ДБа	20,5	20,5	15,8	20,1	29,4	46,5	54,1	55,3	44,8
Величины потери шума, -ДБа	Доп-е потери шума, -ДБа	14,7	14,7	19,6	25,1	27,1	28	29,1	31,1	31,1
	Итого:	21,8	22,8	27,6	23,8	11,5	0	0	0	0
Соответствие требованиям СП		дда	дда	дда	дда	дда	дда	дда	дда	дда

Уровни шума в рабочих комнатах, которые обслуживаются системами В2, В3, В5, В6, приняты на 5ДБ ниже, указанных в СП 51.13330.2011 [2].

Таблица 3

Система	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требование СП 51.13330.2011 к рабочим помещениям		81	66	56	49	44	40	37	35	33
B2	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5	48
Величина ум-я шума	Шумоглушитель ГП Евро, -ДБа	20,5	20,5	15,8	20,1	29,4	46,5	54,1	55,3	44,8
Величина ум-я шума	Доп-е потери шума, -ДБа	13,8	13,8	13,8	12	12	10,2	10,2	10,2	10,2
	Итого:	32,5	20,7	30,4	33,9	23,6	0,3	0	0	0
Соответствие требованиям СП		да	да	да	да	да	да	да	да	да

Таблица 4

Система	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требование СП 51.13330.2011 к рабочим помещениям		81	66	56	49	44	40	37	35	33
B3	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5	48
Величина ум-я шума	Шумоглушитель ГП Евро, -ДБа	20,5	20,5	15,8	20,1	29,4	46,5	54,1	55,3	44,8
Величина ум-я шума	Доп-е потери шума, -ДБа	12,0	12,0	12,0	10,6	11,1	9,3	9,3	9,3	9,3
	Итого:	20,5	22,5	32,2	35,3	24,5	1,2	0	0	0
Соответствие требованиям СП		да	да	да	да	да	да	да	да	да

Таблица 5

Система	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требование СП 51.13330.2011 к рабочим помещениям		81	66	56	49	44	40	37	35	33
B5	ВРКШ-3,55-4-3/1	57	58	63	69	68	60	59	58,5	51
Величина ум-я шума	Шумоглушитель ГП Евро, -ДБа	20,5	20,5	15,8	20,1	29,4	46,5	54,1	55,3	44,8
Величина ум-я шума	Доп-е потери шума, -ДБа	6,6	6,6	6,5	6,5	7,3	12,3	18,3	20,3	22,3
	Итого:	29,9	30,9	40,7	42,4	31,3	1,2	0	0	0
Соответствие требованиям СП		да	да	да	да	да	да	да	да	да

Таблица 6

Система	Марка вентилятора	Уровни звукового давления ДБ в октавных полосах частот, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Требование СП 51.13330.2011 к рабочим помещениям		81	66	56	49	44	40	37	35	33
B6	ВРКШ-3,15-4-3/1	53	55	60	66	65	57	56	55,5	48
Величина ум-я шума	Шумоглушитель ГП Евро, -ДБа	20,5	20,5	15,8	20,1	29,4	46,5	54,1	55,3	44,8
Величина ум-я шума	Доп-е потери шума, -ДБа	9,1	9,5	9,5	15	20,8	22,8	24,8	26,8	26,8
	Итого:	23,4	25	34,7	30,9	14,8	0	0	0	0
Соответствие требованиям СП		да	а	Да						

Примечание: Дополнительное понижение шума на поворотах систем вентиляции рассчитано с учетом утепления (шумоизоляции матами «Роквулл» марки LAMELLA MAT L толщиной 40мм) вертикальных участков каналов вентиляции, проходящих на чердаке.

Таким образом, проведенный акустический расчет применяемых «крышных» малошумных вентиляторов показал, что они удовлетворяют требуемому уровню проникающего шума в помещения здания, предъявляемому к источнику в соответствии с СП.

Вместе с тем, расчет показал, что применение «обычных» не малошумных вентиляторов привело бы к нарушению требований существующих нормативных документов в области регламента уровней проникающего шумового воздействия, т.к. они имеют существенно более высокие октавные показатели уровней шума. Наименьшая разность между требуемыми уровнями шума и реальными имеется в октавах, находящихся в области слышимых человеком частот, что в реальности вызывало бы дискомфорт у людей, находящихся в помещениях, которые расположены в радиусе шумового влияния вентоборудования. Проектирование внутренних вентсистем в здании на основании только лишь аэродинамического расчета и полученных технических характеристик без акустического расчета может привести к шумовому загрязнению среды, поэтому нами рекомендуется обязательная проектная оценка потенциального шумового воздействия от климатического оборудования, располагаемого как снаружи, так и внутри здания.

Стоит отметить, что на данный момент имеются некоторые «пробелы» в области нормативных требований по проектной оценке шумового влияния климатического оборудования на прилегающую территорию, что в ряде случаев может привести к дополнительному шумовому загрязнению рабочих зон в зданиях различного назначения.

#### Литература

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Взамен СНиП 41-01-2003; введ. 01.01.2013 – М.: Минрегион России, 2012. – 86с.
2. СП 51.13330.2011. Защита от шума. – Взамен СНиП 23-03-2003; введ. 20.05.2003 – М.: ОАО "ЦПП", 2010. – 75 с.
3. СП 271.1325800.2016. Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проектирования, введ. 17.06.2017 – М.: Минрегион России, 2017. – 112с.
4. Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2011 года «О составе разделов проектной документации и требований к их содержанию» (с изменениями на 6 июля 2019 года).
5. ГОСТ 21.602-2016. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 42 с.
6. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. Взамен Руководства по расчету и проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций зданий; введ. 01.01.2004 – Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 76с.

Томский архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

M. V. Anisimov, Yu. N. Kuznetsova, E. V. Karbachova, N. V. Taldonova

#### ACOUSTIC CALCULATION OF VENT EQUIPMENT IN THE DESIGN FROM THE PERSPECTIVE OF EXISTING REGULATIONS AND LABOR PROTECTION

The article analyzes the existing regulatory requirements for ensuring noise levels from building ventilation systems. Study of project documentation requirements from the point of view of the selected topic. Description of acoustic calculation on the example of designing roof ventilation for a dormitory in Tomsk. The formulation of conclusions

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

С. А. Хорольская, Е. З. Арифуллин, И. А. Новикова, Н. В. Ильина, Е. П. Вялова

## НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Ввиду своей популярности у населения водные объекты часто классифицируются как объекты массового пребывания людей и оборудуются для этого. В то же время информированность населения о правилах поведения на данных объектах оставляет желать лучшего что отражается в виде большого количества негативных инцидентов, это требует поиска дополнительных путей оптимизации надзора и контроля, например таких как применение риск-ориентированного подхода к ранжированию водных объектов и территорий, предоставление обязательных предписаний при организации объектов

Под местом массового пребывания людей подразумевается территория общего использования, либо преднамеренно выделенная зона, либо место общественного пользования в здании, строении, сооружении, на ином объекте, на которых при некоторых условиях может сразу размещено больше 50 человек. Причем отдельные категории массового пребывания могут подразумевать и иные границы одновременного нахождения человек.

Когда речь идет о промассовых пребывания на водных объектах, то чаще всего имеем в виду туристическо-рекреационную составляющую, например в рамках водных объектов может вестись надзор и контроль за пляжами. Это включает в себя охрану здоровья отдыхающих, правила купания, мониторинг за загрязнением территории и пр. Такое внимание к водным объектам не случайно, это достаточно популярный вид массового пребывания людей для нашей страны, что отражается на количестве негативных инцидентов, например согласно статистике каждый год в среднем на водных объектах РФ гибнет от 5000 до 6000 человек.

Однако нельзя сказать, что контроль и надзор за водными объектами в местах массового скопления людей отсутствует. Осмотр и контроль за состоянием пляжей, лодочными перевозками в области касающейся снабжения безопасности на воде и состояния экологии реализовывают государственные инспекторы по маломерным судам. Санитарно-эпидемиологический надзор, является контролирующим органом за санитарным состоянием пляжей и пригодностью водных объектов для осуществления купания. Для предоставления медицинской помощи пострадавшим на воде организуется дежурство медицинского персонала. Для охраны общественного порядка на пляжах и в местах общественного отдыха на водных объектах привлекаются сотрудники полиции. План снабжения безопасности населения на водоемах организовывается исполнительной властью субъекта РФ.

В то же время, для того чтобы экономически эффективно осуществлять надзор за водными объектами необходимо понимать, куда следует обращать наибольшее внимание. Так, согласно исследованию А.Ю. Большагина можно применять риск-ориентированный подход к ранжированию водных объектов. Риск гибели массового скопления людей на водных объектах выше всего в местах, не оснащенных спасательным постом. То есть необходимо дооборудовать эти объекты или усиливать в них штат и оснащение временных мобильных спасательных служб. Аналогичное исследование проводили и Поляков А. В., Потапова С. О. [2; 3]

Опишем и обязательные предписания, которыми должен руководствоваться надзор. На водных объектах общественного применения в случаях появления опасности для жизни и здоровья человека ввести запреты на купание, применение маломерных судов, прочих технических средств, предусмотренных для рекреации на водных объектах. О запрете на купание и прочие изменения видов водопользования население оповещается через СМИ, особыми информационными знаками или прочими способами. В зонах массового скопления

населения у воды, стихийно применяющихся в целях купания без разрешения на пользование формировать спасательные посты, оснащенные аттестованными спасателями, оборудованные спасательными средствами, электромегафонами, оружиями связи. В потенциально опасных точках в зонах общественного водопользования в зимний период времени во время зимней рыбалки создавать спасательные посты. Зоны массового водопользования населения обязаны быть оборудованы радиотелефонной связью и помещениями для предоставления пострадавшим первой медицинской помощи. Торговля алкоголем на территории массового отдыха людей запрещается.

Также предлагается перед использованием водных объектов не стихийного характера обязывать граждан проходить обязательный инструктаж, приведем пример инструктажа для пользования пляжем: «Ознакомление с зонами заплыва и сигналами предупреждения об опасных местах. Запрет нахождения в воде сразу после приема пищи. Рекомендация иметь с собой английскую булавку – ее уколом можно освободиться от неожиданной судороги. Рекомендация изучить навыки предоставления помощи утопающему (как его переправить на берег, высвободить от воды внутренние органы, произвести искусственное дыхание и непрямой массаж сердечной мышцы)». Для лиц осуществляющих контроль и надзор также необходимо разработать аналогичные правила инструктирования.

Следует уточнить правила контроля и надзора в специальных нормативных документах, которые разработаны лишь отдельно и разнородно субъектами РФ (например, Постановление от 22 марта 2013 года № 118 в Кемеровской области «Об утверждении Правил охраны жизни людей на водных объектах (с изменениями на 7 февраля 2019 года)» [1].

Подытожим проблемы контроля и надзора, в целом главным минусом в организации отдыха граждан на водных объектах представляется отсутствие санкционированных мест массового отдыха людей на водных объектах в летний период, а также дефицит соответствующего контроля со стороны органов местного самоуправления за придерживаниями предписаний принятых нормативных актов. То есть все описанные выше пути оптимизации возможны только при условии наличия, разветвленности и мотивирования контролирующих органов.

#### Литература

1. Постановление коллегии администрации Кемеровской области «Об утверждении Правил охраны жизни людей на водных объектах (с изменениями на 7 февраля 2019 года)»
2. Большагин А. Ю. Риск-ориентированный подход к ранжированию водных объектов и территорий субъектов РФ по степени опасности для населения // Современные проблемы гражданской защиты. 2017. № 2 (23). С.96–98.
3. Поляков А. В., Потапова С. О. Риск-ориентированный подход к ранжированию водных объектов и территорий субъектов РФ по степени опасности для населения // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. № 9. 739–742.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

S. A. Khorolskaya, E. Z. Arifullin, I. A. Novikova, N. V. Ilyina, E. P. Vyalova

#### SUPERVISION AND CONTROL OF WATER BODIES OF MASS STAY OF PEOPLE AND IMPROVEMENT OF WORK IN THE FIELD OF ENSURING

Due to its popularity among the population, water bodies are often classified as objects of mass presence of people and are equipped for this. At the same time, awareness of the population about the rules of conduct at these facilities leaves much to be desired, which is reflected in the form of a large number of negative incidents, this requires finding additional ways to optimize supervision and control, for example, such as applying a risk-based approach to ranking water bodies and territories, presenting Mandatory requirements for the organization of facilities

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## **2. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОСФЕРНЫХ СИСТЕМ**

УДК621.74

Т. И. Сушко, Р. Ш. Караев, И. И. Чернышев, С. В. Попов

### **ПРИМЕР ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ**

В статье рассмотрен пример выборалитниково - питающей системы крупногабаритной отливки «Заготовка колеса» из алюминиевой бронзы путем физического моделирования процессов затвердевания посредством CAD - программ, т.е. путем инновационныхресурсосберегающих технологий для наиболеересурсозатратного способа получения деталей – литейного производства

Ресурсо и энергосбережение в современном мире один из главных источников развития производства, обострение экологических проблеми общее снижение запасов полезных ископаемых, обусловливают необходимостьвовлечения новых технологий, увеличения использования вторичного сырья, предельно снижать потери при выплавке сплавов и выбирать оптимальные технологические процессы изготовления отливок посредством компьютерного моделирования, без реальных производственных затрат. Поэтому при разработке технологического процесса, необходимо учитывать энергетическую и экологическую эффективность предлагаемыхтехнологий. Современное литейное производствоимеет ресурсы в виде прогрессивных точных, малоотходных видов литья (литье в кокиль, литье по выплавляемым моделям, газифицированные формы и т.д.)по сравнению с широко используемым – литьем в песчано-глинистые формы, выделяющим различные виды загрязняющих концентраций газов и веществ в техносферу на каждом этапе подготовки производства . Особые трудности возникают на этапах проектирования и конструирования систем питания сплавом отливок, называемых литниково - питающими. Для того, чтобы отработать технологический процесс для конкретной детали в короткие сроки без привлечения материальных затрат и натурных экспериментов, технологии - литейщики используют различные специализированные программы компьютерного моделирования процессов затвердевания отливок. Цель данной работы показать пример выбора конструктивных особенностей и оптимизации литниковой системы крупногабаритной отливки «Заготовка колеса» из алюминиевой бронзы путем физического моделирования процессов затвердевания посредством CAD - программ, т.е. путем ресурсосберегающих технологий [2]. Деталь «Заготовка колеса» специального назначения, имеет простую конфигурацию, представляющую собой совокупность двух соосно совмещенных цилиндров, со сквозным отверстием в центре. Служит в передаче механического редуктора, поэтому к ней повышенены требования по прочности, герметичности, ликвации по плотности, механическим и химическим свойствам сплава. Масса детали составляет 405 кг, материал БрА9Ж3Л. Эскиз детали показан на рис. 1.

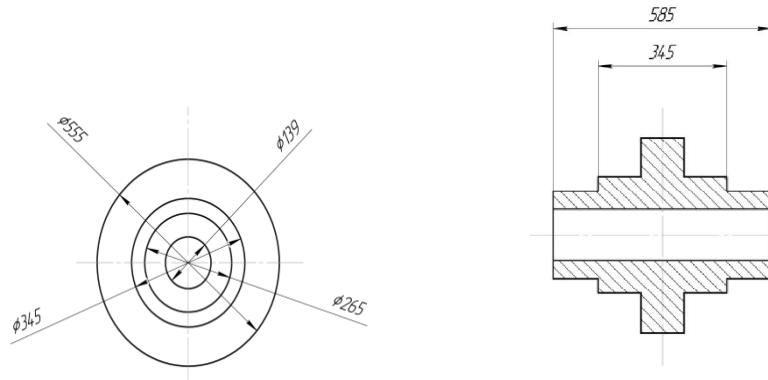


Рис. 1. Чертеж детали

Диаметр наибольшего цилиндра 555 мм, наименьшего 265 мм, диаметр отверстия 139 мм. Вследствие разных размеров сопрягаемых цилиндров, в отливке наблюдается разнотолщинность элементов и в них при заливке возможно образование термических узлов, т.е. температурных напряжений, показанных на рис. 2. Отверстие получают литьем, для чего используем песчаный стержень.

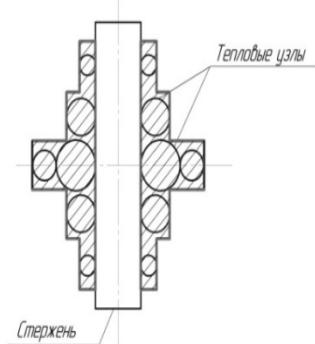


Рис. 2. Термические узлы и стержень в отливке

В работе пользовались интерфейсом российской специализированной программы компьютерного моделирования литейных процессов LVM Flow и программы SolidWorks, обеспечивающей визуализацию двух и трехмерных - моделей отливки с различными конструкциями питания, необходимыми для преобразования в формат STL и загрузки в LVM Flow.

На рис. 3 представлена 3-D модель детали.

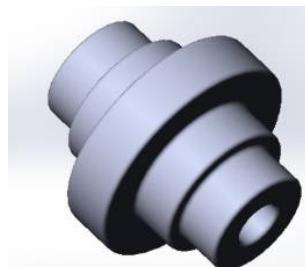


Рис. 3. 3-D модель детали «Заготовка колеса»

В отливке нет выступающих частей, тонкостенных элементов, поднутрений и следовательно, в ней не возникает дополнительных термических напряжений при усадке, что благоприятно влияет на извлечение отливки из кокиля. Средняя толщина стенки отливки

порядка 125 мм. Для снижения внутренних напряжений в отливках, в местах сочленения элементов отливок и острых кромок задавали рекомендуемые технологией и специальной литературой радиусы скругления, уменьшающие места локального перегрева отливки и кокиля. Плоскость разъема назначали таким образом, чтобы было возможно минимально раздвигать половинки кокиля для выемки готовой отливки. Отливку располагали в форме горизонтально.

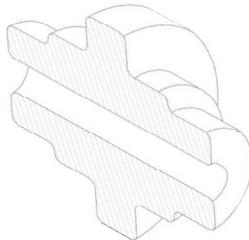


Рис. 4. Вариант расположения отливки в форме при заливке

Литниковую систему строили в той же CAD-программе с верхним подводом металла через прибыльную часть системы питания отливки (рис. 5). Для улучшения теплоотвода используются теплоизолирующие материалы, в нашем случае асбест.

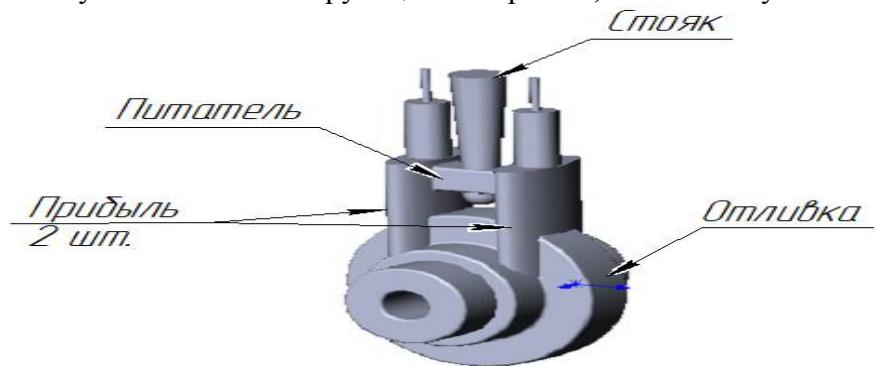


Рис. 5. Объемное изображение отливки с верхним подводом металла через прибыль

Границные условия задавались с учетом технологических особенностей отливки при литье в кокиль с помощью базы данных программы LVM Flow, а именно: сплав БрА9Ж3Л, марка сплава для стенок полуформы кокиля – серый чугун, полость оформляемая в полуформе кокиля, стержень - песок, температура прогрева стенок полуформы кокиля - 300 °C, температура ликвидуса - 1200 °C, обмазка теплоизоляционного слоя - 2 мм, слой покрытия антипригара - 1 мм в для тела отливки, 2 мм для прибыльной зоны, диаметр и напор струи согласно банку данных для выбранного сплава. Для детального анализа кривых охлаждения сплава использовались виртуальные термодатчики (рис. 6).

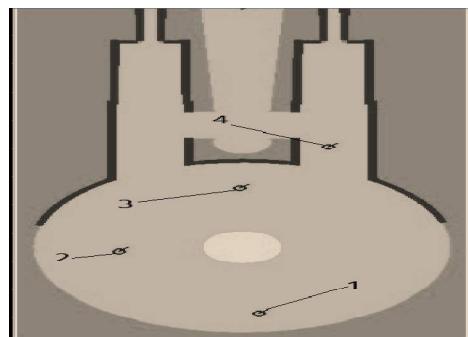
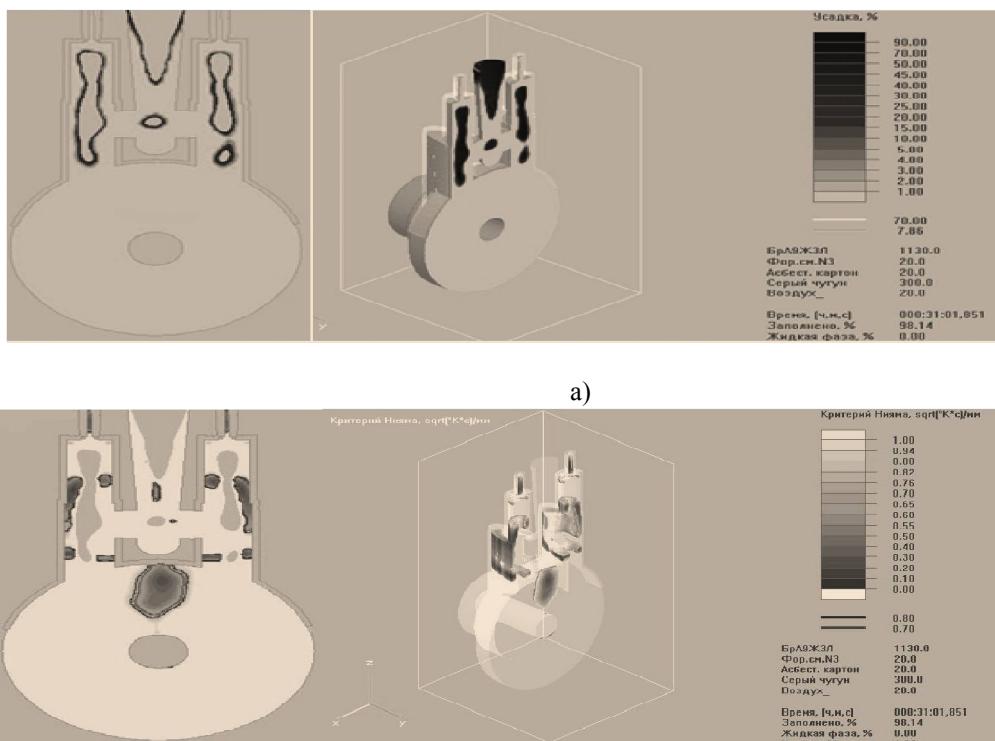


Рис. 6. Точки в теле отливки, по которым фиксируется ее затвердевание

Визуализация мест локации дефектов усадочной природы и областей микропористости представлена на рис. 7.



а)  
б)  
а) – усадка; б) – критерий Ниямы

Рис. 7. Визуализация дефектов в отливке

Результат расчета показал образование усадочной раковины, составляющей 1,9 % от общей массы отливки с ЛПС. Раковина расположена в прибыли, однако, в верхней части отливки имеется обширная область, критерий Ниямы в которой составляет 0,2 – 0,3,

. Таким образом, данное место имеет большую вероятность быть поражено таким дефектом как микропористость [3, 4] Анализ температурных полей позволяет сделать вывод, что затвердевание имеет ярко выраженный направленный характер, от 591,0°C зоны 5, до 893,0°C зоны 1.

Вывод: использование данной ЛПС позволяет получить отливку без брака по усадке, но с наличием обширной зоны микропористости. По средствам компьютерного моделирования установлено, что такая конструкция питания отливки не является совершенной с позиции качества, для ее отработки необходима оптимизация технологии плавки, направленная на проблему борьбы с микропористостью. Необходим выбор режимов плавки и плавильного агрегата, с учетом минимизированного процента угара, шихтовых

материалов, способов рафинирования, модификации и других технологических приемов, что также возможно путем компьютерного моделирования, не проводя натурный эксперимент, с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, что является актуальной задачей вснижении факторов загрязнений техносфера, а для предприятий снижения затрат на оплату выбросов из плавильных печей. Компьютерное моделирование для литейного производства стало одной из приоритетных направлений инновационных ресурсосберегающих технологиях, так как раньше для выбора и оптимизации технологического процесса изготовления новой детали требовалось от полугода до одного, при этом эксперименты были реальные.

## Литература

1. Инженерная экология/ Под ред. А. Н. Болдина и др. Учеб.пособие для вузов,- Брянск: Изд-во БГТУ, 2008.-315 с.
2. Сушко Т. И. Компьютерное моделирование как аспект ресурсосберегающих технологий при выборе оптимального способа литья [Текст] // Т. И. Сушко, В. Х. Хоанг, С. В. Попов, Т. В. Пашнева/Научный альманах, 2017, № 5, с.125-129.
3. Сушко Т. И. Моделирование технологии и проектирование оснастки стальной отливки «Корпус» в средах SolidWorks-LVMFlow-SolidCAM [Текст] / Т. И. Сушко, Е. С. Хухрянская, И. С. Кущева // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т.11. – № 4. – С. 85–91.
4. Сушко Т. И. Моделирование физического затвердевания отливки при литье в кокиль в системе LVM Flow [Текст] / Т. И. Сушко, Р. Ш. Караев, И. И. Чернышев, С. В. Попов // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – Т. 1. – № 11(28). – С. 688–692.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

T. I. Sushko, R. S. Karaev, I. I. Chernyshev, S. V. Popov

## AN EXAMPLE OF SOLVING THE PROBLEM OF RESOURCE CONSERVATION IN FOUNDRY INDUSTRY BY MODELING OF PHYSICAL PROCESSES ZAPEWNIENIA

The article describes an example of choosing a large - size casting system for casting "wheel Blank" from aluminum bronze by physically modeling the solidification processes using CAD programs, i.e. by using resource-saving technologies for the most resource – intensive method of obtaining parts-foundry production

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

УДК 629.7.08

З. А. Аврамов<sup>1</sup>, А. В. Переславцев<sup>2</sup>, О. М. Холодов<sup>3</sup>

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

В статье рассмотрена организация безопасной эксплуатации авиационной техники в ходе боевых и учебно-тренировочных полетов, как сложный процесс ее применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, предполагающий необходимость управления как подразделениями и группами специалистов, так и отдельными исполнителями, осуществляющими выполнение работ на авиационной технике

Эксплуатация современной авиационной техники (АТ) представляет собой сложный процесс ее применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, предполагающий необходимость управления как подразделениями и группами

специалистов, так и отдельными исполнителями, осуществляющими выполнение работ на АТ.

Опыт эксплуатации показывает, что результаты работы подразделений и отдельных исполнителей в решающей мере зависят от организаторской деятельности руководящего инженерно-технического состава (ИТС).

Под словом «организация» в данном случае следует понимать систему мероприятий, обеспечивающих рациональное использование личного состава, которая включает создание структуры подчиненности, расстановки людей, установление их взаимодействия, выбор методов и создание необходимых условий выполнения поставленных задач.

Основой для организации эксплуатации АТ служит организационно-штатная структура инженерно-авиационной службы (ИАС) подразделения, которая обеспечивает эксплуатацию АТ через организаторскую деятельность руководящего ИТС в рамках принятой структуры [3].

Недостатки в организации эксплуатации прямым образом не приводят к возникновению отказов АТ. Их влияние на работу непосредственных исполнителей оказывается на возникновении одного или нескольких неблагоприятных внешних факторов, которые усложняют работу специалистов и делают выполнение заданного объема работ в установленные сроки и с гарантированным качеством затруднительным. Это порождает спешку, упущения в контроле за качеством выполнения работ или сокращение необходимого объема осмотров и проверок, что создает условия для не выявления имеющихся неисправностей, внесения новых неисправностей, повреждений и поломок деталей, что в конечном итоге и приводит к созданию угрозы для безопасного завершения полета. Такими факторами чаще всего являются [6]:

- временное изменение установленной подчиненности специалистов и перезакрепление объектов АТ и средств наземного обслуживания в целях выполнения поставленных задач;
- нехватка средств обслуживания;
- несоответствие располагаемого времени и числа специалистов объему задач по выполнению работ на АТ;
- несоответствие квалификации специалистов сложности выполняемых ими работ;
- нарушение взаимодействия по времени и месту между различными специалистами;
- уровень совершенства организации контроля за исполнением поставленной задачи и достоверности информации, сообщаемой из подразделений руководящему ИТС;
- уровень совершенства технологической документации и организации контроля за работой специалистов в подразделениях;
- морально-психологический климат в подразделении, условия труда и отдыха личного состава и др.

Учитывая, что сущность профилактики летных происшествий состоит в предотвращении условий возникновения опасных ситуаций, связанных с отказами АТ в полете, руководитель ИАС любого уровня в основу своей работы должен положить следующие правила [5]:

- непрерывно осуществлять анализ действий специалистов с целью выявления действующих неблагоприятных факторов;
- прогнозировать возможность возникновения неблагоприятных факторов;
- в зависимости от конкретной ситуации, находить пути устранения или парирования негативного воздействия этих факторов.

При анализе ошибок в действиях личного состава, угрожающих безопасности полетов, нельзя ограничиваться рассмотрением только личных качеств исполнителя, допустившего ошибку. Кроме этого, необходимо также выяснить, какие конкретно организационные недостатки привели к появлению того или иного негативно действующего временного фактора, способствующего возникновению ошибки или прямому невыполнению

планового задания. Основной результат такого анализа заключается в определении конкретной причины совершения ошибки и факторов, способствующих, а нередко и прямо обусловивших ее возникновение [2].

Важным средством профилактики и анализа организационных ошибок, допускаемых руководящим ИТС, являются систематические технические разборы действий. На технических разборах в обязательном порядке должна даваться оценка организаторской деятельности руководящего ИТС – от начальника группы обслуживания (расчета, регламентных работ) до инженера части по специальности (по категориям).

Материалами для технических разборов являются записи в журнале старшего инженера полетов, дежурного инженера и рабочих тетрадях руководящего ИТС, где фиксируются все недостатки в организации работ и ошибочные действия специалистов.

Основным методом профилактики организационных недостатков служит установление четкого, продуманного для всех видов подготовки АТ и работ на ней организационного порядка. Такой организационный порядок достигается следующими путями [4]:

- конкретной и четкой постановкой задач на день;
- внедрением в каждом подразделении технологических и диспетчерских графиков всех видов подготовок АТ и регламентных работ;
- единой для всех подразделений организацией контроля полноты и качества выполняемых на АТ работ;
- установлением единого для всех подразделений взаимодействия специалистов на технической позиции подготовки воздушных судов при производстве полетов;
- регулярным проведением дней показательных видов подготовок АТ;
- строгим контролем за соблюдением установленного распорядка дня.

Важным элементом повышения организованности в работе ИТС является внедрение передового опыта отдельных руководителей и непосредственных исполнителей в деятельность всех специалистов ИТС. В масштабе подразделения изучение и распространение такого опыта следует проводить по уровням: рабочее место; расчет (группа обслуживания, регламентных работ). Положительный опыт отдельных частей, даже эксплуатирующих разнотипную технику, необходимо распространять в масштабе соединения (объединения) [1].

Ознакомление специалистов ИТС с опытом организации эксплуатации в различных условиях базирования дает толчок к улучшению состояния собственных дел и устраниению существующих организационных недостатков, придает деятельности ИТС различных частей и подразделений здоровую соревновательность в целях достижения безопасной эксплуатации АТ.

#### Литература

1. Аврамов З. А. К проблеме средств защиты специалистов на аэродроме / З. А. Аврамов, В. В. Емельянов, О. М. Холодов // V Международная научно-практическая конференция «Комплексные проблемы техносферной безопасности» – Воронеж: ВГТУ, 2017. – С. 89-91.
2. Аврамов З. А. Оценка вредных и опасных факторов на аэродроме / З. А. Аврамов, С. А. Альдааджек, О.М.Холодов // V Международная научно-практическая конференция «Комплексные проблемы техносферной безопасности» – Воронеж: ВГТУ, 2017. – С. 81-84.
3. Альдааджек С. А. Вредные и опасные факторы, влияющие на летно-технический состав аэродрома / С. А. Альдааджек, О. М. Холодов // Всероссийская с международным участием заочная научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – Воронеж: Изд. «Элист», 2018. – С. 536-538.
4. Альдааджек С.А. Обеспечение пожарной безопасности на аэродроме / С. А. Альдааджек, О. М.Холодов // Всероссийская с международным участием заочная научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – Воронеж: Изд. «Элист», 2018. – С. 538-542.
5. Емельянов В. В. Защита от механического травмирования специалистов на аэродроме / В. В. Емельянов, О. М. Холодов // Всероссийская с международным участием заочная научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – Воронеж:

Изд. «Элист», 2018. – С. 542-544.

6. Переславцев, А. В., Сотникова, М. А., Холодов, О. М., Кубланов, А. М., Полуян, А. В. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Переславцев, М. А. Сотникова, О. М. Холодов, А. М. Кубланов, А. В. Полуян. – Воронеж: Элист, 2019. – 224 с.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф.

Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный институт физической культуры, г. Воронеж, Россия

Z. A. Avramov<sup>1</sup>, A. V. Pereslavtsev<sup>2</sup>, O. M. Kholodov<sup>3</sup>

## ORGANIZATION OF AVIATION EQUIPMENT OPERATION FOR THE PURPOSE OF IMPROVING FLIGHT SAFETY

The article considers the organization of safe operation of aviation equipment during combat and training flights, as a complex process of its application, technical maintenance, storage and transportation, which implies the need to manage both divisions and groups of specialists, and individual performers who perform work on aviation equipment.

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky  
and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia

УДК 629.7.08

3. А. Аврамов<sup>1</sup>, А. В. Переславцев<sup>2</sup>, О. М. Холодов<sup>3</sup>

## ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ. ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ В ОСОБЫХ СЛУЧАЯХ ПОЛЕТА ПРИ ОТКАЗАХ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассмотрена организация безопасной эксплуатации авиационной техники в ходе боевых и учебно-тренировочных полетов, как комплекс мероприятий текущего контроля и анализа состояния авиационной техники, рассматриваются условия оказания помощи группе руководства полетами в особых случаях полета при отказах авиационной техники

Текущий контроль и анализ технического состояния авиационной техники (АТ) являются одними из основных организационно-профилактических мероприятий инженерно-авиационного обеспечения авиационных подразделений по предотвращению летных инцидентов и предпосылок к ним из-за отказов и недостатков АТ.

Контроль технического состояния АТ проводится на всех стадиях ее эксплуатации, и имеет целью своевременно выявить и устранить неисправности, отклонения параметров систем от допусков норм технических условий и поддержать тем самым высокую надежность АТ и безопасность полетов.

Рационально планируемый и своевременно осуществляемый контроль качества работ на АТ должностными лицами инженерно-авиационной службы (ИАС) должен исключать также случаи возникновения неисправностей из-за ошибок и упущений специалистов инженерно-технического состава [2].

Известно, что в зависимости от конструкции конкретных систем и агрегатов качество выполнения некоторых операций может быть проверено только до выполнения последующей операции или замера каких-либо важных контрольных параметров. Поэтому

назначение в технологических картах у исполнителей операций, подлежащих предъявлению на контроль, должно производиться с учетом этих особенностей. Определение контрольных операций производится также на основе анализа неисправностей АТ с использованием имеющихся данных, а также всех информационных материалов, поступающих из других подразделений и организаций. В обязательном порядке подвергаются контролю те системы и агрегаты, состояние которых непосредственно влияет на безопасность полетов, в результате анализа неисправностей определяются узлы, агрегаты, системы и оборудование для контроля, которые включаются в технологический процесс выполнения подготовок к полетам, регламентных и ремонтных работ, устранения неисправностей и выполнения доработок на АТ [3].

Одним из эффективных средств оценки технического состояния АТ являются бортовые устройства регистрации полетной информации. Грамотное и полное использование информации современных средств регистрации позволяет оценивать текущее состояние и работоспособность наиболее важных с точки зрения безопасности полетов систем ЛА и прогнозировать его.

Оценку состояния АТ осуществляют руководящий инженерно-технический состав. Для этого на каждый период эксплуатации составляются графики осмотра и контроля состояния АТ должностными лицами ИАС в соответствии с нормами, изложенными в нормативной документации.

В процессе осмотров оценивается состояние узлов, агрегатов и систем планера, силовой установки и оборудования ЛА, своевременность и полнота выполнения работ по бюллетеням промышленности и указаниям старших начальников, соблюдение ресурсов и сроков службы агрегатов с ограниченным ресурсом, уровень профессиональной подготовки специалистов, состояние контрольно-роверочной аппаратуры, средств наземного обслуживания, укрытий и т.д. Выявленные неисправности и недостатки записываются в журнал подготовки воздушного судна к полетам. Их устранение осуществляется техническим составом подразделений, а контроль за их устранением – непосредственными начальниками.

На основании результатов контроля АТ должностными лицами ИАС делается вывод о ее состоянии в авиационном подразделении. Эти результаты используются для разработки и проведения профилактических мероприятий, обеспечивающих поддержание надежности АТ и исключение ошибок инженерно-технического состава при ее обслуживании.

При функционировании авиационной системы ввиду воздействия различных неблагоприятных факторов возникают ситуации, характеризующиеся той или иной степенью угрозы для безопасного завершения полета. Среди этих неблагоприятных факторов не последнее место занимают различные отказы авиационной техники. Поэтому одной из важных обязанностей старшего инженера полетов является консультирование руководителя полетов при оказании помощи экипажам в случае отказа АТ в полете.

Возможные в полете особые ситуации, связанные с отказами АТ, и действия по их парированию в основном предусмотрены в соответствующих руководствах по летной эксплуатации (инструкциях экипажам ЛА).

Соответствующие им выписки из руководства (инструкций) имеются у руководителя полетов. Однако многообразие внешних проявлений отказов в конкретных условиях полета создает трудности как для экипажа, так и для лиц группы руководства полетами в распознавании некоторых особых случаев и определении рационального алгоритма действий экипажа в каждой конкретной ситуации, что может привести к быстрому переходу сложной ситуации в опасную или даже аварийную.

При возникновении отказа АТ в полете для оказания помощи руководителю полетов в конкретной ситуации старший инженер полетов должен четко знать особенности и объем подготовки к полетам каждого, в том числе и отказавшего летательного аппарата (ЛА). При консультировании руководителя полетов необходимо быть готовым по краткой информации

уяснить физическую сущность отказа, возможные признаки его проявления и последствия. Кроме этого, в условиях ограниченного времени на принятие решения старший инженер полетов должен быть готовым ответить на наиболее часто возникающие вопросы со стороны группы руководства полетами, как-то [2]:

- полнота заправки баков ЛА топливом, маслами и газами;
- последовательность выработки топлива и срабатывания сигнализации в различных вариантах заправки топливом;
- варианты вооружения ЛА, тип авиационных средств поражения или подвесных топливных баков на его внешних подвесках;
- вес ЛА с заправкой топливом и подвесками;
- наименование и пункты маршрута, введенного в прицельно-навигационный комплекс;
- частота настройки каналов радиосвязи, систем опознавания и радиокомандного наведения;
- какие неисправности устранились в период подготовки ЛА к полетам;
- объем программы облётов ЛА или двигателя (если производится облет).

Поэтому при подготовке старших инженеров полетов надо стремиться к тому, чтобы они были способны независимо от своей специальности разобраться в физической сущности всех отказов, приведенных в инструкции экипажу, и знали предусмотренные в этих случаях действия по парированию аварийной ситуации.

Пункт управления инженерно-авиационной службой оснащается выписками из инструкции экипажу по действиям в особых случаях или специальными световыми табло, позволяющими старшему инженеру полетов быстро находить соответствующий случай полета и наглядно представлять необходимые действия экипажа. С целью оказания помощи руководителю полетов по действиям экипажа с арматурой в кабине ЛА на пункте целесообразно иметь схемы кабины с указанием всех приборов, рычагов, переключателей и кнопок. Для постоянного контроля обстановки в воздухе пункты управления ИАС в соответствии с руководящих документов оснащается радиосвязью, позволяющей прослушивать радиообмен между экипажами и руководителем полетов.

При поступлении запроса от руководителя полетов на оказание помощи экипажу в случае возникновения особого случая старший инженер полетов должен быть готов [1]:

- четко уяснить ситуацию, возникшую на отказавшем ЛА, и понять поставленную задачу;
- быстро оценить характер отказа, его опасность и определить необходимые действия по его парированию согласно особым случаям полета, изложенным в руководстве по летной эксплуатации;
- дать запрашиваемые руководителем полетов рекомендации по оказанию помощи экипажу;
- при необходимости привести в готовность силы и средства для оказания помощи экипажу после посадки ЛА с наличием отказа АТ;
- доложить о возникновении особого случая в полете по команде.

Таким образом, текущий контроль и анализ состояния авиационной техники, являются основным средством повышения безопасности полетов, а оказание помощи группе руководства полетами в особых случаях полета при отказах авиационной техники, является важной основой функционирования авиационной системы ввиду воздействия различных неблагоприятных факторов угрожающих безопасному завершению полета.

#### Литература

1. Аврамов З. А. Оценка вредных и опасных факторов на аэродроме / З. А. Аврамов, С. А. Альдааджек, О. М. Холодов // V Международная научно-практическая конференция «Комплексные проблемы техносферной безопасности» – Воронеж: ВГТУ, 2017. – С. 81-84.

2. Альдааджек С. А. Вредные и опасные факторы, влияющие на летно-технический состав аэродрома / С. А. Альдааджек, О. М. Холодов // Всероссийская с международным участием заочная научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – Воронеж: Изд. «Элист», 2018. – С. 536-538.

3. Переславцев А. В., Сотникова М. А., Холодов О. М., Кубланов А. М., Полуян А. В. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Переславцев, М. А. Сотникова, О. М. Холодов, А. М. Кубланов, А. В. Полуян. – Воронеж: Элист, 2019. – 224 с.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный институт физической культуры, г. Воронеж, Россия

<sup>1</sup>Z. A. Avramov, <sup>2</sup>A. V. Pereslavtsev, <sup>3</sup>O. M. Kholodov

## CURRENT MONITORING AND ANALYSIS OF THE STATE OF AVIATION EQUIPMENT AS A MEANS OF IMPROVING FLIGHT SAFETY. ASSISTANCE IN SPECIAL CASES OF FLIGHT FAILURES OF AIRCRAFT EQUIPMENT

The article considers the organization of safe operation of aviation equipment during combat and training flights, as a set of measures for current control and analysis of the state of aviation equipment, and considers the conditions for providing assistance to the flight management group in special cases of flight failures of aviation equipment

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia

УДК 614.8.084

З. А. Аврамов<sup>1</sup>, А. В. Переславцев<sup>2</sup>, О. М. Холодов<sup>3</sup>

## ПРОФИЛАКТИКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ НЕДОСТАТКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассматривается порядок эксплуатации современной авиационной техники, обеспечивающий безопасность полетов, а также обращено внимание на основные методы профилактики организационных недостатков для всех видов подготовки авиационной техники и работ на ней организационного порядка

Эксплуатация современной авиационной техники (АТ) представляет собой сложный процесс ее применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, предполагающий необходимость управления как подразделениями и группами специалистов, так и отдельными исполнителями, осуществляющими выполнение работ на АТ.

Опыт эксплуатации показывает, что результаты работы подразделений и отдельных исполнителей в решающей мере зависят от организаторской деятельности руководящего инженерно-технического состава (ИТС).

Под словом «организация» в данном случае следует понимать систему мероприятий, обеспечивающих рациональное использование личного состава, которая включает создание структуры подчиненности, расстановки людей, установление их взаимодействия, выбор методов и создание необходимых условий выполнения поставленных задач [1].

Основой для организации эксплуатации АТ служит организационно-штатная структура инженерно-авиационной службы (ИАС) части, которая обеспечивает

эксплуатацию АТ через организаторскую деятельность руководящего ИТС в рамках принятой структуры.

Недостатки в организации эксплуатации прямым образом не приводят к возникновению отказов АТ. Их влияние на работу непосредственных исполнителей оказывается на возникновении одного или нескольких неблагоприятных внешних факторов, которые усложняют работу специалистов и делают выполнение заданного объема работ в установленные сроки и с гарантированным качеством затруднительным. Это порождает спешку, упущения в контроле за качеством выполнения работ или сокращение необходимого объема осмотров и проверок, что создает условия для невыявления имеющихся неисправностей, внесения новых неисправностей, повреждений и поломок деталей, что в конечном итоге и приводит к созданию угрозы для безопасного завершения полета [5]. Такими факторами чаще всего являются [3]:

- временное изменение установленной подчиненности специалистов и перезакрепление объектов АТ и средств наземного обслуживания в целях выполнения поставленных задач;
- нехватка средств обслуживания;
- несоответствие располагаемого времени и числа специалистов объему задач по выполнению работ на АТ;
- несоответствие квалификации специалистов сложности выполняемых ими работ;
- нарушение взаимодействия по времени и месту между различными специалистами;
- уровень совершенства организации контроля за исполнением поставленной задачи и достоверности информации, сообщаемой из подразделений руководящему ИТС;
- уровень совершенства технологической документации и организации контроля за работой специалистов в подразделениях;
- морально-психологический климат в подразделении, условия труда и отдыха личного состава и др.

Учитывая, что сущность профилактики летных происшествий состоит в предотвращении условий возникновения опасных ситуаций, связанных с отказами АТ в полете, руководитель ИАС любого уровня в основу своей работы должен положить следующие правила [2]:

- непрерывно осуществлять анализ действий специалистов с целью выявления действующих неблагоприятных факторов;
- прогнозировать возможность возникновения неблагоприятных факторов;
- в зависимости от конкретной ситуации, находить пути устранения или парирования негативного воздействия этих факторов.

При анализе ошибок в действиях личного состава, угрожающих безопасности полетов, нельзя ограничиваться рассмотрением только личных качеств исполнителя, допустившего ошибку. Кроме этого, необходимо также выяснить, какие конкретно организационные недостатки привели к появлению того или иного негативно действующего временного фактора, способствующего возникновению ошибки или прямому невыполнению планового задания. Основной результат такого анализа заключается в определении конкретной причины совершения ошибки и факторов, способствующих, а нередко и прямо обусловивших ее возникновение [3].

Важным средством профилактики и анализа организационных ошибок, допускаемых руководящим ИТС, являются систематические технические разборы действий. На технических разборах в обязательном порядке должна даваться оценка организаторской деятельности руководящего ИТС – от начальника группы обслуживания (расчета, регламентных работ) до инженера части по специальности (по категориям).

Материалами для технических разборов являются записи в журнале старшего инженера полетов, дежурного инженера и рабочих тетрадях руководящего ИТС, где фиксируются все недостатки в организации работ и ошибочные действия специалистов.

Основным методом профилактики организационных недостатков служит установление четкого, продуманного для всех видов подготовки АТ и работ на ней организационного порядка. Такой организационный порядок достигается следующими путями [4, 6]:

- конкретной и четкой постановкой задач на день;
- внедрением в каждом подразделении технологических и диспетчерских графиков всех видов подготовок АТ и регламентных работ;
- единой для всех подразделений организацией контроля полноты и качества выполняемых на АТ работ;
- установлением единого для всех подразделений взаимодействия специалистов на стартовой позиции при производстве полетов;
- регулярным проведением дней показательных видов подготовок АТ;
- строгим контролем за соблюдением установленного распорядка дня.

Важным элементом повышения организованности в работе ИТС является внедрение передового опыта отдельных руководителей и непосредственных исполнителей в деятельность всех специалистов ИТС. В масштабе части изучение и распространение такого опыта следует проводить по уровням: рабочее место; расчет (группа обслуживания, регламентных работ). Положительный опыт отдельных частей, даже эксплуатирующих разнотипную технику, необходимо распространять в масштабе соединения (объединения) [3].

Ознакомление специалистов ИТС с опытом организации эксплуатации в различных условиях базирования дает толчок к улучшению состояния собственных дел и устраниению существующих организационных недостатков, придает деятельности ИТС различных частей и подразделений здоровую соревновательность в целях достижения безопасной эксплуатации АТ.

#### Литература

1. Бутсасенг Пхам phасук, Холодов О. М., Попова К.Г. Пожарная безопасность на аэродроме / Бутсасенг Пхам phасук, О.М. Холодов, К.Г. Попова / II Международная научно-практическая конференция «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». – Иваново ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 289-296.
2. Переславцев А. В., Кубланов М.М., Орлов С.В. Подготовка стрелково-пушечного вооружения вертолетов к боевому применению / А.В. Переславцев, М.М. Кубланов, С.В. Орлов / Всероссийская научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – ВГИФК, 2017. – С. 265-270.
3. Переславцев А. В., Холодов О.М., Дякин А.Б., Ядрихинский И.П. Экологические последствия разлива авиационного топлива / А.В. Переславцев, О.М. Холодов, А.Б. Дякин, И.П. Ядрихинский / IV Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники». – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. – С. 563-566.
4. Холодов О. М., Аббасов Н.Р., Соловьева М.Ю. Влияние вредных и опасных факторов на летно-технический состав аэродрома / О.М. Холодов, Н.Р. Аббасов, М.Ю. Соловьева / II Международная научно-практическая конференция «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». – Иваново ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 176-180.
5. Холодов О. М., Альдааджек С.А. Вредные и опасные факторы влияющие на летно-технический состав аэродрома / О.М. Холодов, С.А. Альдааджек / VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» – Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2017. – С. 536-538.
6. Холодов О.М., Филоненко Л.В., Пхетнакхон Буннамсок Условия обеспечения пожарной безопасности на аэродромах Лаоса / О.М. Холодов, Л.В. Филоненко, Пхетнакхон Буннамсок // III международная научно-практическая конференция, посвященная 370-й годовщине образования пожарной охраны России. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 560-566.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный институт физической культуры, г. Воронеж, Россия

Z. A. Avramov<sup>1</sup>, A. V. Pereslavtsev<sup>2</sup>, O. M. Kholodov<sup>3</sup>

## PREVENTION OF ORGANIZATIONAL DISADVANTAGES OF AVIATION TECHNOLOGY OPERATION

The article discusses the procedure for the operation of modern aviation technology, ensuring safety of flights, and also drew attention to the main methods of preventing organizational disadvantages for the preparation of all types of aeronautical engineering and works on her organizational order

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia

## УТИЛИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ЛИТИЕВЫМ АНОДОМ

В данной статье представлены сферы применения химических источников тока с литиевым анодом. Рассмотрено влияние токсичных веществ, выделяющиеся при производстве и утилизации литиевых источников тока на организм человека и окружающую среду. Рассмотрена технологическая схема переработки литий - ионных аккумуляторов

На сегодняшний день химические источники тока с литиевым анодом (ЛХИТ) являются одними из самых популярных химических источников тока. Ярким представителем ЛХИТ является литий - ионный аккумулятор, он широко используется в качестве источников питания современных смартфонов, ноутбуков, предметах бытовой техники и электромобилей. Высокий спрос потребителей на ЛХИТ объясняется рядом преимуществ по сравнению с традиционными ХИТ: работоспособность в широком диапазоне температур, высокая плотность энергии (до 650 Вт · ч/кг и 1100 Вт· ч/л), а так же большой срок годности [1]. Еще одним не менее важным преимуществом литиевых источников тока является их способность к длительному хранению в состоянии готовности к работе. Помимо множества преимуществ ЛХИТ имеет так же существенные недостатки: взрывоопасность при повреждении корпуса или другом нарушении герметичности, уровень опасности при вскрытии намного выше, чем у других химических источников тока, вещества, используемые в батареях и элементах, помимо взрывоопасности имеют токсичные свойства, отрицательно влияющие на организм человека (влияние таких компонентов представлены в таблице [2]).

**Влияние токсичных веществ, применяемых в ЛХИТ на организм человека**

Вещество	ПДК, мг/м3	Влияние на организм человека
Литий	0,03-0,05	Вызывает ожог при попадании на слизистые оболочки
Диметоксиэтан	10	Вызывает раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, провоцирует воспалительные процессы органов дыхания
Пропиленкарбонат	50	Вызывает раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, провоцирует воспалительные процессы органов дыхания
Тионилхлорид TX	0,3	Обладает раздражающим прижигающим действием при попадании на слизистую оболочку глаз, кожи и верхние дыхательные пути; при высоких концентрациях возможны помутнение роговицы, конъюнктивиты, бронхопневмония и отек легких, рефлекторная остановка дыхания

Хотелось бы отметить, что многие вещества, выделяющиеся при производстве и утилизации литиевых источников тока, негативно влияют на состояние окружающей среды. При попадании лития в природные источники воды через грунт, он быстро реагирует с водой с выделением вспомогательных элементов. Потребление лития в избытке, приводит к тому, что металл оказывает токсичное влияние на живые организмы. Увеличение количества лития в почве и воде может привести к уменьшению урожая, тем самым, навредить сельскохозяйственной отрасли.

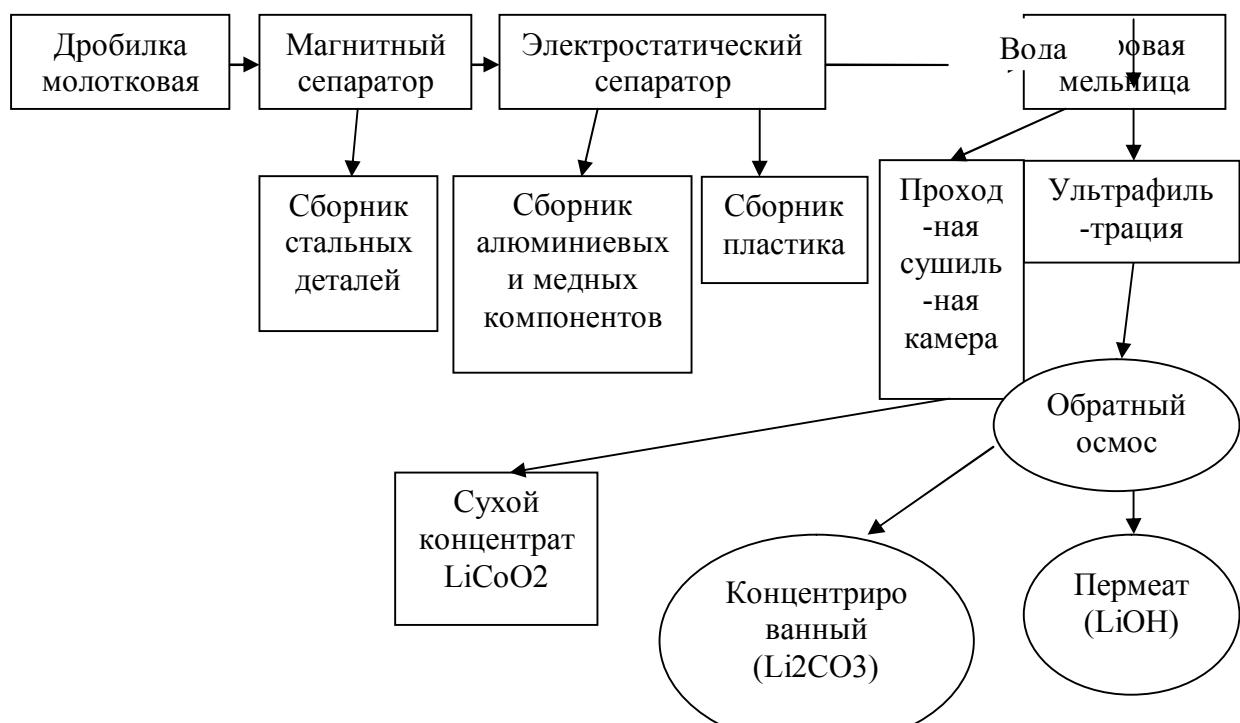
Производство литий-ионных аккумуляторов требует большого количества воды. Это связано с тем, что для производства энергоносителей требуется хлорид лития, который добывают путем выпаривания соленых озер. По литературным данным на одну тонну лития требуется 1,8 миллиона литров воды, такое потребление в долгосрочной перспективе может привести к дефициту воды и истощению водных ресурсов в некоторых регионах [3].

По оценки экспертов спрос на химических источниках тока с литиевым анодом в мире будет только расти. Именно поэтому одной из самых важных проблем является утилизация и переработка ЛХИТ.

Если посмотреть на вопрос с экономической точки зрения, можно сделать вывод о том, что рециклинг вторичных компонентов использованных химических источников тока не выгоден, так как, затраты на их получение значительно превышают потенциальный доход от реализации. Это связано с высоким уровнем конкуренции со стороны поставщиков первичных материалов. Но с ЛХИТ дело обстоит иначе, благодаря рециклингу литиевых источников тока можно получить множество ценных соединений, одним, из которых является карбонат лития. Он применяется в электролизе алюминия, производстве керамики и стекла. Наибольшее потребление лития можно отметить в производстве литий-ионных аккумуляторов, при изготовлении электролита для щелочных аккумуляторов добавка гидроксида лития увеличивает их емкость и срок службы, примерно в 2 раза.

На сегодняшний день существует множество технологических схем переработки литий – ионных источников тока. Они применяются на производствах, но большинство из них имеет существенный недостаток, не высокий процент извлечения целевых продуктов из компонентов аккумуляторов. Этот аспект значительно снижает экономическую эффективность производства и уровень экологической безопасности. Один из примеров технологической схемы с высокой степенью извлечения литийсодержащих соединений представлен на рисунке [4].

Данная схема состоит из двух стадий: дробления и помола. На первой стадии дробления отработанные ЛИА проходят через молотковую дробилку, далее частицы бывших аккумуляторов извлекаются магнитным сепаратором. На следующей стадии электростатической сепарации отделяются медные и алюминиевые компоненты отработанного аккумулятора, а также полимерные составляющие корпуса и сепаратора. Четвертой стадией является шаровая мельница, на этом этапе литийсодержащая масса измельчается до более мелких частиц и проходит механохимическую активацию. В разработанной экспериментальной технологии использован метод механохимической активации порошкового материала в водной среде [4]. На конечной стадии технологического процесса проводится извлечение сырья карбоната и гидроксида лития, а также сухого концентрата  $\text{LiCoO}_2$ .



Подводя итоги и оценив все достоинства и недостатки литиевых источников тока, можно сделать вывод:

1. ЛХИТ негативно сказываются на здоровье человека и состояние окружающей среды.
2. Благодаря рециклингу литиевых источников тока можно получить множество ценных соединений.
3. Подобрана технологическая схема, имеющая высокий процент извлечения целевых продуктов.

#### Литература

1. Миклушевский В.В. Утилизация литиевых химических источников тока // Экология и промышленность России. 2002- № 12- С. 24-26.
2. Ольшанская Л.Н., Лазарева Е.Н., Клепиков А.П. Экологические аспекты утилизации литиевых источников тока// Вестник Саратовского государственного технического университета. 2005 г.
3. Толмачев К. С., Евсюгин К. К. Экологическая опасность гибридных автомобилей//Молодой ученый. 2018- № 7- С. 44-45
4. Гонопольский А. М., Макаренков Д. А., Назаров В. И, Ключенкова М. И., Попов А. П. Рециклинг литийсодержащих соединений из отработанных источников тока// Экология и промышленность России. 2019- № 5- С. 10-15

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

A. S. Melnikova, N. V. Kostryukova

## DISPOSAL OF CHEMICAL SOURCES OF CURRENT WITH LITHIUM ANODE

This article presents the scope of chemical current sources with a lithium anode. The effect of toxic substances released during the production and disposal of lithium current sources on the human body and the environment is considered. The technological scheme of processing lithium-ion batteries is considered

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

УДК 614.8

И. А. Зинин, А. П. Тюрин

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS-ТРЕКИНГА

В статье рассмотрен принцип действия, особенности реализации системы поиска людей, оказавшихся в тупиковой ситуации на природе, с помощью устройств GPS-трекинга (Global Positioning System). Приводится краткая статистика по Удмуртской Республике по случаям пропажи людей на природе. Рассмотрены особенности классификации устройств GPS-трекинга, которые могут помочь принять решение специалистам поисково-спасательных отрядов Удмуртии по особенностям использования их в своей деятельности

Ежегодно в лесах России с наступлением грибного и ягодного сезона теряются десятки людей различных возрастов и профессий. Так, только в 2019 году в Удмуртии потерялось порядка 10 человек, среди которых двое – дети в возрасте до 12 лет. Найти пропавших людей за достаточно короткое время и сделать все необходимое для их спасения – задача не из легких для деятельности поисково-спасательного отряда. И использование новейших инновационных приборов в этой области становится весьма оправданным. В связи с развитием технологий мобильных устройств, один из инновационных подходов к организации работ поиска и мониторинга объектов носит название GPS-трекинга - Global Positioning System. Использование метода оправдано, в том числе для поиска людей,

транспорта [1, 2], а ученые активно ведут возможности использования данной технологии на основе мобильных телефонов [3].

17 июля по России было принято 188 заявок на поиск. Большая часть заявок приходится на поиск в лесу на летнее время. Бывают случаи, когда в течение жаркого летнего периода, например недели, приходится значительное количество запросов на поиск потерявшихся в лесу в сравнении с общегодовым количеством заявок. Так, на неделе с 15 по 21 июля поступило 596 заявок по России на поиск пропавших в лесу. К сожалению, не всегда поиски заканчиваются успехом, потому что людей находят либо мертвыми, либо совсем не находят. Для сравнения: за три летних месяца 2018 года (по России) было всего 643 заявки на поиски в лесу. И это количество увеличивалось с каждым днем.

Поиск пропавших в лесу как разновидность аварийно-спасательных работ возникает довольно часто, в основном в летний и осенний периоды. Причины такой разницы кроются в режимах поведения населения в данное время года. Известно, что большинство городских жителей выезжает на природу за грибами и ягодами именно в летний сезон.

Условия и характер природной среды в Удмуртской республике представляет собой слабо выраженный рельеф, отсутствие горных вершин, хвойные и смешанные леса могут включать болота, покрытые невысокой растительностью. Территория однообразна во всех направлениях, отсутствуют надежные ориентиры, что в совокупности создает все условия для того, чтобы новоначальный путешественник заблудился на сутки или более. Необходимо отметить, что в летний и осенний периоды в лесу находится достаточно комфортно. Это условие позволяет двигаться заблудившемуся человеку в нужном направлении в течение определенного времени. В случае сложных погодных условий поиск пострадавших в лесу является сложной задачей.

Результаты поисковых работ в значительной степени зависят от умения правильно организовать поисково-спасательные работы с учетом взаимоотношений людей и взаимодействия между ними, степени подготовки кинологических расчетов, уровня техники. Опыт и знания участников поисково-спасательных операций, несомненно будут способствовать успешному поиску пострадавших.

Поисковые работы должны проводиться в наикратчайшие сроки и с минимальными потерями. Каждое из этих условий является взаимоисключающим – самые быстрые поиски, чаще всего, являются самыми затратными наоборот, поэтому всегда возникает необходимость в принятии оптимального решения в условиях неопределенности и ограниченного количества времени.

Очень часто для поиска в дремучем лесу или на сложной пересеченной местности затруднения могут возникнуть вследствие неверного понимания подсказок и объяснений собеседника, недостаточного развитого навыка отталкиваться от визуальных ориентиров. Использование карты, или в настоящее время смартфона с приложением-навигаторов, значительно способствуют благополучному исходу. Однако главной проблемой в случае установления голосового контакта с потерявшимся человеком является то, что человеку неопытному бывает сложно понять в каком направлении ему нужно идти.

Ученые давно стараются разработать технологии, облегчающие поисково-спасательные работы на природе. Так, специалисты компании Lynq (<https://lynqme.com/>) разработали прибор, которое позволяет легко определить расположение другого человека, имеющего тот же прибор. Устройство имеет размеры, близкие к размерам сотового телефона – 10×5×2,5 сантиметров. В верхней части аппарата находится скругленный черно-белый экран из электронной бумаги, под которой расположена кнопка управления, а в нижней части устройства имеется карабин для более удобной транспортировки устройства путем зацепления за сумку или край одежды.

Технические возможности устройства позволяют ему синхронизироваться с подобного плана устройствами (до 11 устройств) по радиосвязи в диапазоне частот 902-928 МГц. Соединение безопасно, все каналы шифруются с возможностью изменения рабочей

частоты, поэтому возможность перехвата практически нулевая. Схожий принцип реализуется в протоколах Bluetooth и GSM. После синхронизации каждое устройство отслеживает свое местонахождение по спутниковой связи и в режиме согласования направляет эти данные другим спаренным устройствам. Специалист, спасатель определяет человека, за которым необходимо вести наблюдение, и имеет возможность отслеживать в реальном времени расстояние до него и направления его движения. Общая схема обмена сигналами и место включения GPS-трекера в радиотехнической системе представлена на рисунке.



GPS-трекер в системе передачи сигналов при поиске челоха  
(<https://vinbazar.com/journal/hi-tech/gps-kak-eta-shtuka-rabotaet/>)

В настоящее время известно много устройств, которые являются GPS-трекерами различных производителей. Обобщенно можно предложить и систему их классификации, основанную на различных параметрах.

#### **Виды GPS-устройств, в которых используют технологии позиционирования с помощью спутников:**

1. *Маяк* (закладка, маркер) отслеживает местоположение объекта в конкретный момент. Большую часть времени это устройство находится в спящем режиме, активируясь с заданной периодичностью, отсылает сообщения с координатами. Благодаря такому режиму маяки могут несколько лет работать без подзарядки.

2. *трекер* помогает обеспечить просмотр траектории движения. Он активируется при движении и находится в рабочем режиме на протяжении пути. Потребляет значительно больше энергии, чем маркер.

3. *Навигатор* –устройство работающее в автоматическом режиме с возможностями трекера, так как прибор полностью автономный-ему не требуется подключение к передатчику (компьютеру, смартфону, карманному портативному компьютеру). Простейшие модели не имеют слота для карт памяти и могут запоминать только путевые точки и маршруты.

### **Основные виды устройств по источнику использования:**

1. персональные – предназначены для скрытого слежения за людьми или открытого наблюдения за детьми, туристами, пожилыми людьми, а также домашними животными;

2. автомобильные – для слежения за транспортными средствами или их пассивной защиты, идеальны для скрытой установки.

Способы передачи данных в устройствах, таких как маячок и трекер, являющихся подключаемыми устройствами преимущественно реализуются в направлении со спутника на ПК, ноутбук, смартфон или планшет. Существует несколько способов передачи данных:

1. GPS/ГЛОНАСС/GSM (Global Positioning System /Глобальная навигационная спутниковая система/Global System for Mobile Communications) – данные передаются посредством службы коротких сообщений только в зоне покрытия сети GSM, что является довольно дорогим решением;

2. GPS/ГЛОНАСС/GSM/GPRS (General Packet Radio Service) – передача данных через интернет, требуется использования GPRS-модема. Если устройство длительное время находится вне зоны покрытия сети, данные накапливаются во внутренней памяти и передаются пакетом позже. Это оптимальный способ передачи информации для трекеров, который при наличии покрытия сетью позволяет осуществить контроль в режиме реального времени с минимальными затратами;

3. GPS/ГЛОНАСС/RF (radio frequency) – данные передают по радиоканалам, оплачиваемый трафик отсутствует, привязка к сотовой сети не требуется. Но стоимость устройства высока и отличается большими габаритами, радиус его действия не превышает 40 км. Выбор GPS-маяка такого типа оправдан лишь в тех областях, где сотовая связь отсутствует или нестабильна.

*По принципу срабатывания*, то есть перехода из спящего режима в рабочий GPS-маркеры делятся на два вида:

- периодические;
- асинхронные.

Первые «просыпаются» с указанной при настройке периодичностью, ее можно задать отдельно для штатного и тревожного режимов. Оптимальная периодичность для штатного режима – один раз в сутки, но значение можно увеличить. Ресурс работы устройства обратно пропорционален частоте срабатываний. Асинхронные приборы могут активироваться:

- по событию (объект наблюдения начал двигаться, покинул радиус заданной геозоны, сработал датчик удара, переворота и т. п.);
- по сигналу – устройство находится в режиме ожидания (режиме-невидимке) до получения команды пользователя.

*По принципу питания GPS-трекеры бывают:*

– с комбинированной схемой питания (встроенный источник питания плюс возможность подключения к электросети автомобиля). Этот вариант предпочтителен, если необходимы частые срабатывания устройства. Такое устройство проще обнаружить.

- с автономным питанием, перезаряжаемым аккумулятором или обычной батарейкой.

Каждый из используемых GPS-трекеров имеет свои особенности применения в условиях ЧС. Первостепенное и самое важное условие, при котором может осуществляться описанный метод поиска – это наличие у группы/человека поискового маячка. В случае наступления события с помощью координатора группа спасателей направляется к месту, где последний раз устройство дало сигнал (на профессиональном сленге – «билась» точка), исходя из истории и траектории движения пропавших людей. Когда спасатели доберутся до точки, они должны будут с помощью радиомаяка определить точное местонахождение. Данный метод хорошо работает при поиске людей, которых, например, накрыло лавиной. В настоящий момент радиус поиска данным методом составляет 500 м, но модернизация метода специалистами осуществляется постоянно.

В целом, ведение поисково-спасательных работ с помощью GPS-трекинга имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести:

- 1) невысокую стоимость;
- 2) возможность использования смартфона на основе операционной системы Android;
- 3) значительное сокращение времени поиска пострадавшего в критических ситуациях (например, при завале снежной лавиной).

Недостатки поиска с использованием GPS-трекинга:

- 1) скорость поиска в горах зависит от уровня связи (если уровень связи недостаточный, то используют систему ГЛОНАСС, не имеющую привязку к сети, но являющуюся более дорогостоящей и громоздкой).
- 2) у искомого человека или группы должен быть радиомаячок, в противном случае поиск не возможен.

### **Заключение**

Метод поиска пострадавших, описанный в данной статье, может значительно сократить время поиска людей, попавших в экстренную ситуацию, что имеет первостепенное значение. Но не стоит забывать, что этот метод не является идеальным, так как уровень сигнала напрямую зависит от местоположения поисковой группы и пострадавших. Классификационные схемы устройств, упомянутые достоинства и недостатки помогут специалистам принять правильное решение по использованию данного метода в своей деятельности.

### **Литература**

1. Смирнов П. И., Пикалев О. Н. Обзор методологических подходов к организации систем мониторинга транспортных средств с применением технологий GPS-трекинга. В сборнике: Наука молодых – будущее России сборник научных статей международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах. Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 293-295.
2. Яшина Н. И., Шигаев А. В. Использование инновационных технологий в организации туристских соревнований со школьниками. В сборнике: Новая наука и формирование культуры знаний современного человека Сборник научных трудов. Под редакцией С.В. Кузьмина. Казань, 2018. С. 481-485.
3. S. Saha, S. Chatterjee, A. K. Gupta, I. Bhattacharya and T. Mondal, "TrackMe - a low power location tracking system using smart phone sensors," 2015 International Conference on Computing and Network Communications (CoCoNet), Trivandrum, 2015, pp. 457-464.

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

I. A. Zinin, A. P. Tyurin

## **EFFECTIVENESS INCREASING OF SEARCH AND RESCUE WORKS USING GPS-TRACKING**

The article discusses the principle of action, implementation features of the search system for people who are in a deadlock in nature, using GPS tracking devices (Global Positioning System). Brief statistics are given for the Udmurt Republic in cases of loss of people in nature. Features of the classification of GPS tracking devices are considered, which can help decision makers of the search and rescue teams of Udmurtia according to their use in their activities

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

М. Р. Сытдыков, А. Г. Шилов

## О РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ МОБИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В работе представлен возможный перечень и структура комплексных показателей эффективности пожарных надстроек, а также, возможные подходы к комплексной оценке эффективности надстроек пожарных автомобилей с учетом всех влияющих на эту оценку параметров. Произведен анализ и выбор основных параметров, которые максимальным образом могут или влияют на получение оценки для рассматриваемого ПА, что необходимо для установления закономерностей, определяющих огнетушащую способность надстроек ПА.

Согласно [1], для тушения пожаров в городах и других населенных пунктах, нефтебазах, предприятиях лесоперерабатывающей, химической, нефтехимической промышленности, в аэропортах и на других специальных объектах предназначены основные пожарные автомобили (ОПА) общего и целевого применения.

Установка пожаротушения (УПТ) ОПА представляет собой совокупность смонтированных на базовом шасси емкостей для огнетушащих веществ (ОТВ), специальных агрегатов и коммуникаций для подачи ОТВ, отсеков кузова для размещения пожарно-технического вооружения [2].

Для оценки результативности УПТ нами проведен анализ единичных показателей ОПА, в ходе которого определены технические параметры УПТ (табл. 1) и получены безразмерные комплексные показатели процесса подачи ОТВ в очаг пожара на основе общезвестного метода анализа размерностей [3, 4] (табл. 2).

Таблица 1  
Перечень технических параметров УПТ, влияющих на процесс подачи ОТВ в очаг пожара

№ п/п	Название величины	Символ	Единицы измерения
1	Полная масса надстройки	$M$	кг
2	Вместимость цистерны для воды	$V_{\text{ц}}$	$\text{м}^3$
3	Вместимость бака для пенообразователя	$V_6$	$\text{м}^3$
4	Масса порошка	$M_{\text{п}}$	кг
5	Масса огнетушащего газа	$M_{\text{г}}$	кг
6	Подача насоса при номинальном числе оборотов	$Q_h$	$\text{м}^3/\text{с}$
7	Напор насоса при номинальном числе оборотов	$H_h$	м
8	Рабочее давление в баллонах	$P$	$\text{кг}/(\text{м}\cdot\text{с}^2)$
9	Расход ОТВ	$Q_{\text{OTB}}$	$\text{м}^3/\text{с}$
10	Дальность подачи ОТВ	$L_{\text{OTB}}$	м
11	Мощность двигателя	$N$	$(\text{м}^2\cdot\text{кг})/\text{с}^3$
12	Удельный расход топлива	$D$	$\text{с}^2/\text{м}^2$
13	Время подачи ОТВ	$\tau$	с

Таблица 2  
Безразмерные показатели оценки результативности транспортируемой УПТ

№ п/п	Показатели	Физическая сущность показателей
Первичные показатели		
1	$\pi_1 = \frac{V_{\text{ц}} \cdot N^{3/7}}{M^{3/7} \cdot Q_h^{9/7}}$	Удельный объем транспортируемой воды
2	$\pi_2 = \frac{V_6 \cdot N^{3/7}}{M^{3/7} \cdot Q_h^{9/7}}$	Удельный объем транспортируемого пенообразователя
3	$\pi_3 = \frac{M_{\text{п}}}{M}$	Удельная результативная масса порошка

Окончание табл. 2

4	$\pi_4 = \frac{M_r}{M}$	Удельная результативная масса газа
5	$\pi_5 = \frac{H_h \cdot N^{1/7}}{M^{1/7} \cdot Q_h^{3/7}}$	Удельная подача насоса
6	$\pi_6 = \frac{L_{otb} \cdot N^{1/7}}{M^{1/7} \cdot Q_h^{3/7}}$	Удельная результативная дальность подачи ОТВ
7	$\pi_7 = \frac{P \cdot Q_h}{N}$	Удельная результативная мощность УПТ
8	$\pi_8 = \frac{Q_{otb}}{Q_h}$	Удельный результативный расход ОТВ
9	$\pi_9 = \frac{D \cdot N^{4/7} \cdot Q_h^{2/7}}{M^{4/7}}$	Удельный расход топлива
10	$\pi_{10} = \frac{\tau \cdot N^{3/7}}{M^{3/7} \cdot Q_h^{2/7}}$	Удельное время подачи ОТВ
Вторичные показатели		
11	$\pi_{11} = \frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{V_u}{V_6}$	Удельный объем жидких ОТВ
12	$\pi_{12} = \frac{\pi_3}{\pi_4} = \frac{M_n}{M_r}$	Удельная масса аэрозольных ОТВ
13	$\pi_{13} = \frac{\pi_6}{\pi_5} = \frac{L_{otb}}{H_h}$	Удельная дальность подачи ОТВ при номинальном напоре насоса
14	$\pi_{14} = \frac{\pi_1 \cdot \pi_7}{\pi_{10}} = \frac{P \cdot V_u}{\tau \cdot N}$	Удельная энергия подачи ОТВ в очаг пожара
15	$\pi_{15} = \frac{\pi_1 \cdot \pi_5}{\pi_9} = \frac{V_u \cdot H_h}{D \cdot Q_h^2}$	Удельный расход жидких ОТВ
16	$\pi_{\text{пож.надст.}} = \frac{\pi_{13} \cdot \pi_{15}}{\pi_{11} \cdot \pi_{12} \cdot \pi_{14}} =$ $= \frac{P \cdot V_u \cdot M_r \cdot V_6 \cdot L_{otb}}{\tau \cdot N \cdot D \cdot M_n \cdot Q_h^2}$	Результативная работа пожарной надстройки

Согласно представленным данным в табл. 2, можно сделать вывод, что наилучшему из сравниваемых образцов УПТ должно соответствовать большее численное значение обобщенного комплекса или симплекса, определяющее результативность процесса подачи ОТВ из УПТ ОПА в очаг пожара, их функциональное назначение и работоспособность.

Для решения задачи по оценке результативности УПТ ОПА с помощью комплексных показателей (табл. 2) нами изучена эксплуатационно-конструкторская документация порядка 50 ОПА, выпускаемых промышленностью (по 7 автомобилей каждого типа ОПА), и определены численные значения основных технических параметров УПТ, влияющих на процесс подачи ОТВ в очаг пожара.

Анализ показал, что рассмотренные пожарные надстройки ОПА обладают не всеми основными техническими параметрами, заявленными в табл. 1. Поэтому не представляется возможным определить численные значения комплексных показателей и оценить результативность УПТ.

На основании полученных данных, сделан вывод о необходимости создания универсальных установок пожаротушения (УУПТ), работающих на всех видах ОТВ (жидкие, порошкообразные и газовые) в мобильном и стационарном (в виде стандартного контейнера) режимах.

В работах [5, 6] предложена конструкция и моделирование работы УУПТ на шасси автомобиля. Однако, данная УУПТ способна работать только на жидких и твердых ОТВ, исключая огнетушащий газ.

Такое сочетание применения ОТВ на ПА, выпускаемых заводами-изготовителями, используется только автомобилем аэродромным технической службы ААТС-5-40-200-50

(53501) [7], который подобен рассмотренным ОПА. На основе технических характеристик УПТ данного ПА (табл. 3) проведена оценка ее результативности (табл. 4).

Таблица 3

Технические характеристики УПТ ААТС-5-40-200-50 (53501), определяющие процесс подачи ОТВ в очаг пожара

№ п/п	Технические параметры	ААТС-5-40-200-50 (53501)
1	Полная масса надстройки ( $M$ ), кг	8600
2	Вместимость цистерны для воды ( $V_w$ ), м <sup>3</sup>	5
3	Вместимость бака для пенообразователя ( $V_b$ ), м <sup>3</sup>	0,3
4	Масса возимого порошка ( $M_p$ ), кг	200
5	Масса огнетушащего газа ( $M_g$ ), кг	50
6	Подача насоса при номинальном числе оборотов ( $Q_n$ ), л/с	40
7	Напор насоса при номинальном числе оборотов ( $H_n$ ), м	100
8	Рабочее давление в баллонах ( $P$ ), МПа	1,2
9	Расход ОТВ из ручных стволов ( $Q_{отв}$ ): по воде, л/с; по пены, л/с; по порошку, кг/с; по газу, кг/с	7,4 0,36 10,0 2,5
10	Дальность подачи ОТВ ( $L_{отв}$ ), м: по воде; по пены; по порошку; по газу	32 8 10 12
11	Мощность двигателя ( $N$ ), кВт	204
12	Удельный расход топлива ( $D \cdot 10^{-5}$ ), с <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1,02
13	Время подачи ОТВ ( $\tau$ ), с	675,8

Таблица 4

Численные значения комплексных показателей для УПТ ААТС-5-40-200-50 (53501)

№ п/п	Комплексный показатель	ААТС-5-40-200-50 (53501)
1	$\pi_{11}$	16,67
2	$\pi_{12}$	4,00
3	$\pi_{13}$	0,32
4	$\pi_{14} \cdot 10^5$	0,23
5	$\pi_{15} \cdot 10^5$	8,95
6	$\pi_{пож.надст.}$	5,35

Однако УПТ данного автомобиля не исключена недостатков:

- неравномерное количественное распределение трех видов ОТВ;
- невозможность использования цистерны для воды и бака для пенообразователя под огнетушащий порошок и газ, а также емкости для порошка и газа – под воду и пенообразователь;
- узкая область применения – проведение аварийно-спасательных работ и тушение самолетов.

Для решения проблемы оценки результативности УПТ основных ПА необходимо разработать конструкцию УУПТ, учитывающую использование жидкких, порошковых и

газообразных ОТВ, применимо для МЭС и в стационарных условиях (например, в виде контейнера на площадках контейнерных терминалов и морских судах).

#### Литература

1. Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения: ГОСТ Р 53247–2009 // Электронная база данных документов по пожарной безопасности (ЭБД НСИС ПБ) 2017. № 2 [Электронный ресурс]. – URL: [https://allgosts.ru/13/220/gost\\_r\\_53247-2009.pdf](https://allgosts.ru/13/220/gost_r_53247-2009.pdf) (дата обращения: 19.11.2019).
2. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 53328–2009 // Электронная база данных документов по пожарной безопасности (ЭБД НСИС ПБ) 2017. № 2 [Электронный ресурс]. – URL: [https://allgosts.ru/13/220/gost\\_r\\_53328-2009.pdf](https://allgosts.ru/13/220/gost_r_53328-2009.pdf) (дата обращения: 19.11.2019).
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – 6-е изд., допол. – М.: Наука, 1967. – 428
4. Бриджмен П. Анализ размерностей. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2001. – 148
5. Пат. 158632 Российская Федерация, МПК A62C13/00 (2006.01). Универсальная установка пожаротушения / Крылов Д.А., Сытдыков М.Р., Поляков А.С.; заявитель и патентообладатель – Крылов Д.А., Сытдыков М.Р., Поляков А.С. – № 2015107592/12, заявл. 04.03.2015; опубл. 20.01.2016, Бюл. №2-2016, 20.01.2016. – 8 с
6. Крылов, Д.А. Конструкция и моделирование работы универсальной установки пожаротушения на шасси автомобиля: дис.канд. тех. наук.05.26.03: защищена 01.06.18: утв. 06.12.18 / Крылов Дмитрий Александрович. – СПб: СПБУ ГПС МЧС России, 2018. – 97 с.
7. Автомобиль аэродромный технической службы – URL: [http://pozhtechnika.ru/spec\\_aats-50-40-200-50.php](http://pozhtechnika.ru/spec_aats-50-40-200-50.php) (дата обращения: 20.11.2019).

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,  
г. Санкт-Петербург, Россия

M. R. Situdikov, A. G. Shilov

#### ON THE EFFECTIVENESS OF MOBILE FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

In the paper presents a possible list and structure of complex performance indicators of fire superstructures, as well as possible approaches to a comprehensive assessment of the effectiveness of fire truck superstructures, taking into account all the parameters affecting this assessment. The analysis and selection of the main parameters that can or influence the maximum to obtain an estimate for the considered PA, which is necessary to establish the laws that determine the fire-extinguishing ability of PA add-ons

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Russia, Saint-Petersburg

Л. С. Николаева, Б. В. Севастьянов

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Техническое обслуживание зданий, сооружений, текущий ремонт зданий, сооружений проводятся в целях обеспечения надлежащего технического состояния таких зданий, сооружений. Под надлежащим техническим состоянием зданий, сооружений понимаются поддержание параметров устойчивости, надежности зданий, сооружений, а также исправность строительных конструкций, систем инженерно-технического обеспечения, сетей инженерно-технического обеспечения, их элементов в соответствии с требованиями технических регламентов, проектной документации. В соответствии с положениями ст. 212 Трудового кодекса РФ работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов

Для предупреждения возникновения аварийных ситуаций производственные здания и сооружения в процессе эксплуатации должны находиться под постоянным наблюдением инженерно технических работников, ответственных за сохранность этих объектов [1].

При эксплуатации зданий и сооружений осуществляется государственный контроль (надзор) в соответствии с федеральными законами, проводят осмотр зданий, сооружений в целях оценки их технического состояния и надлежащего технического обслуживания в соответствии с требованиями технических регламентов к конструктивным и другим характеристикам надежности и безопасности объектов. Одной из проблем обеспечения безопасности работающих является ненадежность строительных конструктивных элементов, спешка в освоении капиталовложений, экономические трудности, приобретение низкокачественных строительных материалов, привлечение к труду низкоквалифицированных строительных бригад характеристикам надежности и безопасности объектов. В соответствии с положениями ст. 212 Трудового кодекса РФ работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов.

В зависимости от размеров и структуры предприятия или организации обязанности по наблюдению за эксплуатацией зданий и сооружений возлагаются или на специальную службу – отдел эксплуатации и ремонта зданий и сооружений предприятия или на ОКС, строительный отдел, главного энергетика, транспортный отдел и др.

Кроме систематического наблюдения за эксплуатацией зданий и сооружений специально на то уполномоченными лицами, все производственные здания и сооружения подвергаются периодическим техническим осмотрам. Осмотры могут быть **общими и частными**.

**При общем осмотре** обследуется все здание или сооружение в целом, включая все конструкции здания или сооружения, в том числе инженерное оборудование, различные виды отделки и все элементы внешнего благоустройства или всего комплекса зданий и сооружений (например, железнодорожные пути с искусственными сооружениями).

**При частном осмотре** обследованию подвергаются отдельные здания, или сооружения комплекса, или отдельные конструкции, или виды оборудования (например, фермы и балки здания, мосты и трубы на автомобильной дороге, колодцы на канализационной или водопроводной сети).

Как правило, очередные общие технические осмотры зданий проводятся два раза в год – весной и осенью.

**Весенний осмотр проводится после таяния снега.** Этот осмотр должен иметь своей целью освидетельствование состояния здания или сооружения после таяния снега или зимних дождей.

В районах с беснежной зимой сроки весенних осмотров устанавливаются дирекцией предприятия.

При весеннем осмотре уточняются объемы работы по текущему ремонту зданий или сооружений, выполняемых в летний период, и выявляются объемы работ по капитальному ремонту для включения их в план следующего года.

При весенном техническом осмотре необходимо:

а) тщательно проверить состояние несущих и ограждающих конструкций и выявить возможные повреждения их в результате атмосферных и других воздействий;

б) установить дефектные места, требующие длительного наблюдения;

в) проверить механизмы и открывающиеся элементы окон, фонарей, ворот, дверей и других устройств;

г) проверить состояние и привести в порядок водостоки, отмостки и ливнеприемники.

**Осенний осмотр** проводится с целью проверки подготовки зданий и сооружений к зиме. К этому времени должны быть закончены все летние работы по текущему ремонту.

При осеннем техническом осмотре необходимо:

а) тщательно проверить несущие и ограждающие конструкции зданий и сооружений и принять меры по устранению всякого рода щелей и зазоров;

б) проверить подготовленность покрытий зданий к удалению снега и необходимых для этого средств (снеготаялки, рабочий инвентарь), а также состояние желобов и водостоков;

в) проверить исправность и готовность к работе в зимних условиях открывающихся элементов окон, фонарей, ворот, дверей и других устройств.

Состояние противопожарных мероприятий во всех зданиях и сооружениях как при периодических, так и при текущих осмотрах проверяется представителями пожарной охраны предприятия в сроки зависящие от специфических условий эксплуатации производственных зданий, но не реже одного раза в месяц.

Текущий осмотр основных конструкций зданий с тяжелым крановым оборудованием или зданий и сооружений эксплуатирующихся в сильно агрессивной среде, проводится один раз в десять дней. Здания и сооружения, эксплуатирующиеся в агрессивной среде, не реже одного раза в квартал должны подвергаться обследованию специализированными организациями, с обстоятельными отметками в техническом журнале технического состояния конструкций и мерах по проведению необходимых работ по поддержанию строительных конструкций в первоначальном эксплуатационном качестве.

Кроме очередных осмотров могут быть внеочередные осмотры зданий после стихийных бедствий (пожаров, ураганных ветров, больших ливней или снегопадов или аварий).

Особо жесткий режим осмотров должен устанавливаться для производственных зданий и сооружений, возведенных на просадочных грунтах, а также эксплуатируемых при постоянной вибрации. Кроме перечисленных задач по осмотру зданий, целью технических осмотров является разработка предложений по улучшению технической эксплуатации зданий, а также качеству проведения всех видов ремонтов.

Состав комиссии по общему осмотру зданий и сооружений назначается руководителем предприятия или организации. В состав комиссии включаются лица, специально занимающиеся наблюдением за эксплуатацией зданий, представители служб, ведающих эксплуатацией отдельных видов инженерного оборудования зданий (санитарно-техническими устройствами и электроосвещением) и железнодорожного и транспортного цеха (при наличии железнодорожного въезда в здание), а также начальники цехов, мастерских, отделов, непосредственно эксплуатирующих здание.

Лица, проводящие текущие осмотры конструкций зданий, выделяются начальником цеха, мастерской или отдела, эксплуатирующего соответствующее здание или группу зданий и сооружений.

Результаты всех видов осмотров оформляются актами, в которых отмечаются обнаруженные дефекты, а также необходимые меры для их устранения с указанием сроков выполнения работ [2].

При наблюдении за сохранностью зданий и сооружений необходимо:

а) ежегодно проводить с помощью геодезических инструментов проверку положения основных конструкций производственных зданий и сооружений;

б) поддерживать в надлежащем состоянии планировку земли у зданий и сооружений для отвода атмосферной воды. Спланированная поверхность земли должна иметь уклон от стен здания. Отмостка вокруг здания должна быть в исправном состоянии.

в) не допускать складирования материалов, отходов производства и мусора, а также устройства цветников и газонов непосредственно у стен здания;

г) следить за исправным состоянием кровли и устройств по отводу атмосферных и талых вод с крыши зданий;

д) своевременно удалять снег от стен и с покрытий зданий и сооружений;

е) не допускать выброса у стен зданий отработанных вод и пара;

ж) следить за вертикальностью стен и колонн;

з) постоянно следить за состоянием швов и соединений металлических конструкций (сварных, клепальных, болтовых);

Для предотвращения перегрузок строительных конструкций не допускать установку, подвеску и крепление технологического оборудования, транспортных средств, трубопроводов и других устройств, не предусмотренных проектом.

Технические и технико-экономические сведения о зданиях, которые могут повседневно требоваться при их эксплуатации, должны быть сосредоточены в техническом паспорте и техническом журнале по эксплуатации [3, 4].

Технический паспорт составляется на каждое здание и сооружение, принятое в эксплуатацию.

Паспорт является основным документом по объекту, содержащим его конструктивную и технико-экономическую характеристику, составляемую с учетом всех архитектурно-планировочных и конструктивных изменений.

Технический паспорт составляется в двух экземплярах, один из которых хранится в архиве отдела эксплуатации и ремонта зданий и сооружений предприятия, второй в цехе, эксплуатирующем здание или сооружение.

Для учета работ по обслуживанию и текущему ремонту соответствующего здания или сооружения должен вестись технический журнал, в который вносятся записи о всех выполненных работах по обслуживанию и текущему ремонту с указанием вида работ и места.

Сведения, помещенные в техническом журнале, отражают техническое состояние здания на данный период времени, а также историю его эксплуатации. Кроме того, часть этих сведений служит исходными данными при составлении дефектных ведомостей.

Технические осмотры, профессиональное обследование и мониторинг состояния зданий позволяют контролировать их использование и содержание, обнаруживать дефекты и деформации, устанавливать возможные причины их возникновения и своевременно вырабатывать меры по их устранению, выявить угрозы безопасности и уберечь от возможных жертв и финансовых потерь, а так же планировать финансовые расходы на ремонт.

Таким образом, мероприятия по осмотру, обследованию, мониторингу состояния зданий и сооружений очень важны для безопасности работников и сохранения их эксплуатационных качеств.

## Литература

1. Постановление Госстроя СССР от 29.12.1973 № 279 «Об утверждении Положения о проведении планово – предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений» (вместе с «МДС13 – 14.2000...»).
2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания».
4. ГОСТ 31937-11 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений».

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

L. S. Nikolaeva, B. V. Sevastyanov

## ENSURING THE SAFETY OF WORKERS DURING OPERATING OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Maintenance of buildings, structures, maintenance of buildings, structures are carried out in order to ensure the proper technical condition of such buildings, structures. The proper technical condition of buildings and structures is understood as maintaining the parameters of stability, reliability of buildings, structures, as well as the health of building structures, systems of engineering and technical support, networks of engineering and technical support, their elements in accordance with the requirements of technical regulations, design documentation. In accordance with the provisions of Article 212 of the Labor Code of the Russian Federation, the employer is required to ensure the safety of workers during the operation of buildings, structures, equipment, technological processes, as well as tools, raw materials and materials used in the production.

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

УДК 536.25

Е. А. Кожухова, А. Ю. Трошин, Л. Н. Звягина, К. Г. Хрипунов

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ КРИОГЕННОГО ТОПЛИВА ШАРООБРАЗНОЙ ЕМКОСТИ

Смоделирован шарообразный бак для безопасного хранения и транспортировки криогенной жидкости, определены поля температур, течения и скоростей в различных сечениях, описаны нестационарные процессы, протекающие при заданных условиях

Для безопасного хранения и транспортировки криогенной жидкости моделируется полностью заполненный шарообразный бак с радиусом  $R$ . Среда внутри бака однородна. Рассматриваются случаи, когда к внешней поверхности шара подводится два варианта теплового потока: в направлении нормали к поверхности шара (рис. 1а) и параллельно горизонтальной оси  $g$  (рис. 1б). Будем считать жидкость несжимаемой, а действие внешней массовой силы  $f$  параллельно оси  $Z$ . Теплофизические характеристики жидкости и оболочки известны, а также заданы начальное распределение температуры в емкости и плотность теплового потока  $q$  на внешней стенке. Стенка емкости является достаточно тонкой и имеет фиксированную толщину  $\delta$ . На поперечном сечении шарообразного бака вводятся обозначения:  $\Gamma_1$ ,  $\Gamma_2$  – внутренняя и внешняя поверхность оболочки шара,  $D_1$  – внутренняя область;  $D_2$  – оболочка сосуда (рис. 1).

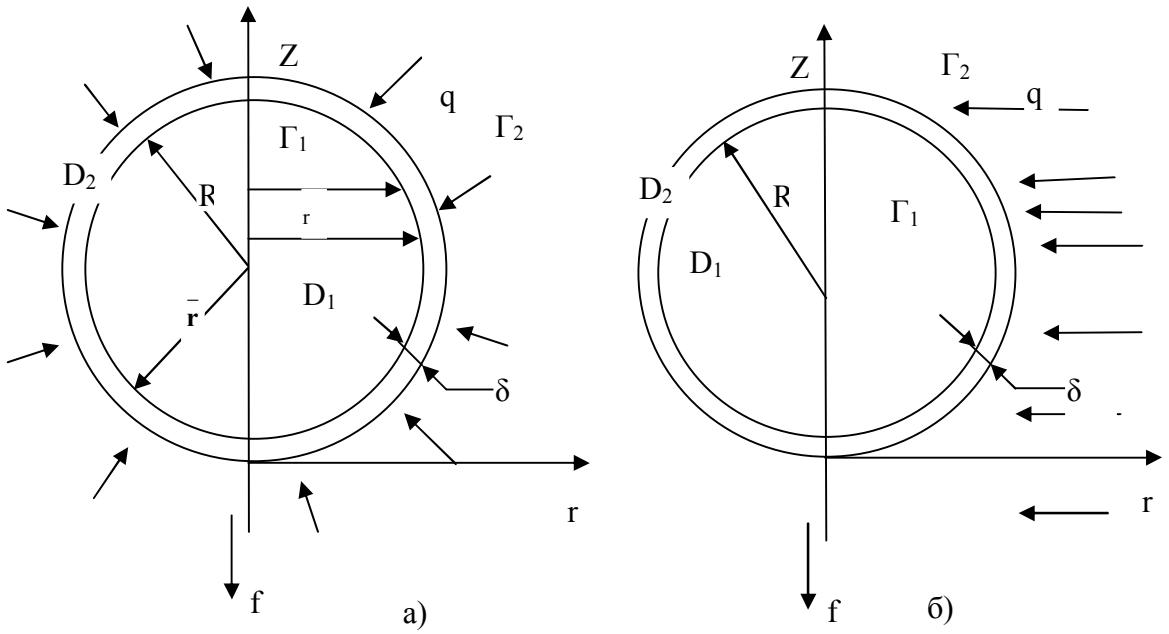


Рис. 1. Способы подвода тепла к баку

Математическую модель, описывающую осесимметричные процессы тепломассопереноса в шарообразной емкости при ее стационарном положении, представляют уравнение теплопроводности, уравнения движения и уравнение неразрывности. Учитывая осесимметричность задачи, запишем их в цилиндрических координатах [1].

Уравнение теплопроводности для внутренних точек бака:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + U \frac{\partial \theta}{\partial r} + V \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{1}{Pr} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right], \quad (1)$$

где  $U$  – проекции скорости на ось  $0r$ ;  $V$  – проекции скорости на ось  $0Z$ ;  $\theta$  – безразмерная температура;  $Pr$  – число Прандтля жидкости;  $\tau$  – безразмерное время его масштабом является  $R^2/a$ ;  $r$  – переменный цилиндрический радиус соответствующий  $j$  – горизонтальному сечению рассматриваемой емкости. Безразмерная температура определяется следующим соотношением

$$\theta = \frac{T - T_0}{qR} \lambda,$$

где  $T_0$  – начальная температура;  $T$  – температура через рассматриваемый промежуток времени. Уравнения движения:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} + U \frac{\partial U}{\partial r} + V \frac{\partial U}{\partial z} + \frac{U}{r^2} = - \frac{\partial P}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} + U \frac{\partial V}{\partial r} + V \frac{\partial V}{\partial z} = - \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + f, \quad (3)$$

где  $P$  – отклонение давления от статического;  $f = \theta r Gr$  – проекции внешней силы на ось  $Z$ .

## Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{\partial V}{\partial Z} + \frac{U}{r} = 0. \quad (4)$$

Распространение тепла в оболочке по направлению радиуса  $\bar{r}$  для варианта подвода тепла рис. 1 (б) неравномерно при изменении угла  $\phi$ , т.е. целесообразно ввести сферические координаты [2]. Тогда уравнение теплопроводности для стенки рассматриваемого бака запишется в следующем виде:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = A \left( \frac{1}{\bar{r}^2} \frac{\partial}{\partial \bar{r}} \left( \bar{r}^2 \frac{\partial \theta}{\partial \bar{r}} \right) + \frac{1}{\bar{r}^2 \sin \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} \left( \sin \phi \frac{\partial \theta}{\partial \phi} \right) \right), \quad (5)$$

где  $\phi$  – угол между радиусом сферы и осью  $0Z$ ;  $\bar{r}$  – переменный радиус в сферических координатах;  $A = a_{об}/a_{жид}$  – относительный безразмерный коэффициент температуропроводности,  $a_{об}$  – коэффициент температуропроводности оболочки,  $a_{жид}$  – коэффициент температуропроводности жидкости.

Границные условия на внешней границе шара

$$\left. \frac{\partial \theta}{\partial \bar{r}} \right|_{\bar{r}=R+\delta} = \frac{1}{A},$$

где  $q$  – безразмерная плотность теплового потока на внешней границе ее масштабом является  $\frac{1}{ts} \int_0^t dt \int_s q ds$ ,  $t$  – размерное время,  $s$  – площадь поверхности.

На внутренней стенке шара имеет место равенство потоков

$$A \left. \frac{\partial \theta}{\partial n} \right|_{\Gamma_1^+} = \left. \frac{\partial \theta}{\partial n} \right|_{\Gamma_1^-},$$

где  $n$  нормаль к поверхности шара направленная вдоль его радиуса,

Условия прилипания на внутренней поверхности шара

$$U|_{\bar{r}=R} = 0,$$

$$V|_{\bar{r}=R} = 0.$$

Начальное распределение температур известно и имеет вид

$$\theta(r, \phi, 0) = \theta_0.$$

При этом следует отметить, что в уравнении теплопроводности для точек, расположенных на  $0Z$  знаменатель обращается в ноль, поэтому необходимо наложить условие ограниченности [3]

$$\lim_{r \rightarrow 0} r \frac{d\theta}{dr} = 0,$$

т.е. на оси  $0Z$  справедливо равенство  $\frac{\partial \theta}{\partial r} = 0$ .

Для численного решения представленная система дифференциальных уравнений (1) – (5) преобразуется к переменным функции тока  $\Psi$  и вихря  $\omega$ , которые вводятся по следующим правилам [4]:

$$\omega = \frac{1}{r} \left( \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{\partial U}{\partial z} \right); \quad V = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}; \quad U = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z}.$$

Тогда система дифференциальных уравнений  
**Ошибка! Источник ссылки не найден.** – **Ошибка! Источник ссылки не найден.**  
 принимает следующий вид:

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} + U \frac{\partial \omega}{\partial r} + V \frac{\partial \omega}{\partial z} = Gr \frac{\partial \theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \omega}{\partial r} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial r^2} - \frac{\omega}{r^2} \left( 1 + \frac{\partial \psi}{\partial z} \right), \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = \omega r^2, \quad (7)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial \theta}{\partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial \theta}{\partial r} = \frac{1}{Pr} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \left( r \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)}{\partial z} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right), \quad (8)$$

$$\frac{\partial \theta_s}{\partial \tau} = A \left( \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^{-2} \frac{\partial \theta_s}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \varphi} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \sin \varphi \frac{\partial \theta_s}{\partial \varphi} \right) \right). \quad (9)$$

Граничные условия имеют следующий вид.

На внутренней сферической поверхности  $\bar{r} = R$  движение отсутствует

$$\psi = \frac{\partial \psi}{\partial r} = \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \quad (10)$$

На внутренней стенке имеет место равенство потоков

$$A \frac{\partial \theta_s}{\partial r} \Big|_{\Gamma_1^+} = \frac{\partial \theta}{\partial r} \Big|_{\Gamma_1^-}. \quad (11)$$

На оси OZ выполняется условие симметрии

$$\omega = \frac{\partial \theta}{\partial r} = 0. \quad (12)$$

Предположим, что движение на оси симметрии отсутствует

$$\psi = 0. \quad (13)$$

На внешней границе

$$\frac{\partial \theta_s}{\partial r} \Big|_{\bar{r}=R+\delta} = \frac{1}{A}. \quad (14)$$

Построим разностную сетку, где каждому узлу будут присваиваться теплофизические параметры жидкости или стенки и будет определяться температура  $\theta$ , а также поля течений  $\psi$  и вихря  $\omega$  в каждый момент времени (рис. 2). При этом безразмерная температура  $\theta$  будет иметь следующие индексы:  $\theta(r_i, z_j, \tau_k)$ , где  $i=0,1,2,\dots,n$ ;  $j=0,1,2..n$ ,  $n+1,\dots,2n$  [5].

Количество шагов по времени определяется следующим соотношением:

$$k = \frac{\bar{\tau}}{\Delta\tau}, \quad (15)$$

где  $\tau$  – длительность процесса,  $\Delta\tau$  – шаг по времени.

Шаги разностной сетки выбираются из следующего условия устойчивости [2]

$$\frac{Pr}{4} \geq \frac{\Delta\tau}{\min(\Delta r^2 \Delta z^2)}.$$

Решение задачи (1) – (5) выполняется конечно–разностным методом на сетке  $r = r_i$ ,  $Z = z_i$ . Узлы сетки определяются разбиением полусферы на  $2n$  равных частей [6].

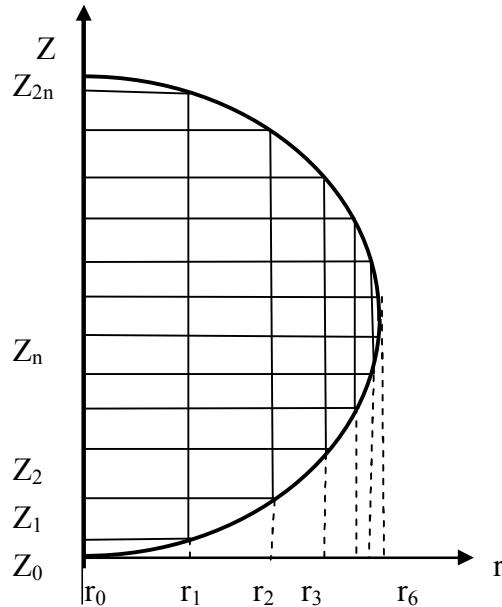


Рис. 2. Схема разностной поперечной сетки для внутренних точек шара при  $n=6$

Границные точки разностной сетки находятся на внутренней границе шара. Разностные аналоги уравнений (6), (7), (8) имеют соответственно вид:

$$\Theta_{i,j}^{k+1} = \frac{\Delta\tau}{R_r} \left( \frac{1}{r_i} \cdot \frac{\theta_{i+j}^k \theta_{i,j}^k}{\Delta r_i} + \frac{\frac{\theta_{i+1,j}^k - \theta_{i,j}^k}{\Delta r_i} - \frac{\theta_{i,j}^k - \theta_{i-1,j}^k}{\Delta r_{i-1}}}{\Delta r_i} + \frac{\frac{\theta_{i,j+1}^k - \theta_{i,j}^k}{\Delta z_j} - \frac{\theta_{i,j}^k - \theta_{i,j-1}^k}{\Delta z_{j-1}}}{\Delta z_j} \right) - \frac{\Delta t}{r_i} \cdot \frac{\psi_{i+1,j}^k - \psi_{i,j}^k}{\Delta r_i} \cdot \frac{\theta_{i,j+1}^k - \theta_{i,j}^k}{\Delta z_j} + \frac{\Delta t}{r_i} \cdot \frac{\psi_{i,j+1}^k - \psi_{i,j}^k}{\Delta z_j} \cdot \frac{\theta_{i+1,j}^k - \theta_{i,j}^k}{\Delta r_i} + \theta_{i,j}^k, \quad (6')$$

$$\begin{aligned}
\omega_{i,j}^{k+1} = \Delta\tau & \left[ \frac{1}{r_i} \cdot \frac{\psi_{i,j+1}^k - \psi_{i,j}^k}{\Delta z_j} \cdot \frac{\omega_{i+1,j}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta r_i} - \frac{1}{r_i} \cdot \frac{\psi_{i+1,j}^k - \psi_{i,j}^k}{\Delta r_i} \cdot \frac{\omega_{i,j+1}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta z_j} + \right. \\
& \left. + \frac{1}{r_i} \cdot \frac{\omega_{i+1,j}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta r_i} \right] + \\
& + \left[ \frac{\omega_{i+1,j}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta r_i} - \frac{\omega_{i,j}^k - \omega_{i-1,j}^k}{\Delta r_{i-1}} + \frac{3}{r_i} \cdot \frac{\omega_{i+1,j}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta r_i} + \right. \\
& \left. + \frac{\omega_{i,j+1}^k - \omega_{i,j}^k}{\Delta z_j} - \frac{\omega_{i,j}^k - \omega_{i,j-1}^k}{\Delta z_{j-1}} + Gr \frac{\Theta_{i+1,j}^k - \Theta_{i,j}^k}{\Delta r_i} \right] + \omega_{i,j}^k, \quad (7') \\
\psi_{i,j} = & \frac{\left[ -r_i^3 \omega_{i,j} + \frac{r_i}{\Delta r_i} \psi_{i+1,j} + \frac{r_i}{\Delta r_i \cdot \Delta r_{i-1}} \psi_{i-1,j} - \frac{1}{\Delta r_i} \psi_{i+1,j} + \frac{r_i}{\Delta z_j^2} \psi_{i,j+1} + \right.}{\left[ \frac{r_i}{\Delta r_i^2} + \frac{r_i}{\Delta r_i \Delta r_{i-1}} - \frac{1}{\Delta r_i} + \frac{r_i}{\Delta z_j} + \frac{r_i}{\Delta z_j \Delta z_{j-1}} \right]} \\
& \left. + \frac{r_i}{\Delta z_j \cdot \Delta z_{j-1}} \psi_{i,j-1} \right], \quad (8')
\end{aligned}$$

где индексы сферической сетки принимают значения  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = i+1 \dots 2n$ .

Разностные аналоги граничных условий для тока и вихря на внутренней сферической поверхности имеют вид [7]:

$$\psi_{ij} = 0,$$

$$\omega_{ij} = 0 \text{ при } [r_i; z_j] \in \Gamma_1^-$$

На оси  $OZ$  выполняется условие симметрии:

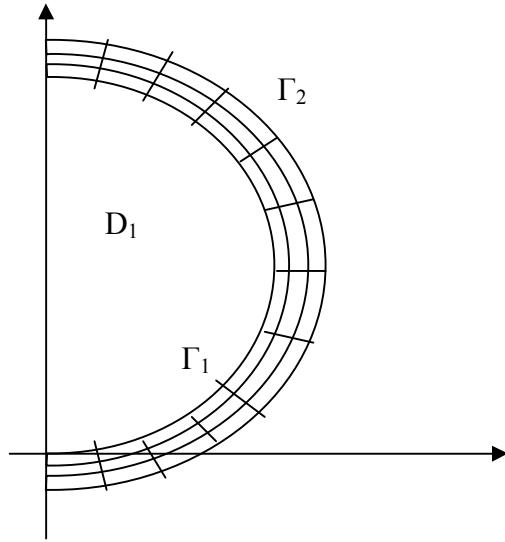
$$\omega_{0j} = \psi_{0j} = 0 \quad (16)$$

$$\frac{\theta_{1,j} - \theta_{0,j}}{\Delta r_0} = \emptyset \Rightarrow \theta_{1,j} = \theta_{0,j}.$$

Разобьем область  $D_2$  линиями  $\bar{r} = R + \Delta rs$ , где  $\Delta rs = \frac{\delta}{m}$ , и лучами  $\varphi = \varphi_j$ , где

$$\varphi_j = j\Delta\varphi, \quad \Delta\varphi = \frac{\pi}{2n}$$

Разностный аналог уравнения (9) имеет вид:



$$\frac{\theta_{i,j}^{k+1} - \theta_{i,j}^k}{\Delta\tau} = A\Delta t \left( \frac{\left( rs_i^2 \frac{2\theta s_{i+1,j}^k - \theta s_{i,j}^k}{\Delta rs_i} - rs_{i-1}^2 \frac{2\theta s_{i,j}^k - \theta s_{i-1,j}^k}{\Delta rs_{i-1}} \right)}{rs_i^2 \Delta rs} + \frac{1}{\sin \varphi_j} \frac{\sin \varphi_j \frac{\Theta s_{i,j+1} - \theta s_{i,j}}{\Delta\varphi} - \sin \varphi_{j-1} \frac{\theta s_{i,j} - \theta s_{i,j-1}}{\Delta\varphi}}{\Delta\varphi} \right) + \Theta s_{i,j}^k, (6')$$

где индексы сетки принимают значения  $i=1..m-1$ ,  $j=1..2n-1$ , индекс  $i=0$  соответствует внутренней границе оболочки,  $m$  – внешней [8].

На внешней границе оболочки уравнение **Ошибка! Источник ссылки не найден.** аппроксимируется следующим образом:

$$\Theta s_{m,j}^{k+1} = -\frac{\Delta rs}{A} + \Theta s_{m-1,j}^{k+1}. \quad (14')$$

Т.к. нормаль  $\vec{n}$  направлена по радиусу в направлении центра шара и исходя из условия равенства тепловых потоков на внутренней поверхности оболочки [9], на внутренней поверхности получим следующие разностные уравнения:

$$1) \quad \Theta_{i,i}^{k+1} = \frac{\Theta_{i-1,i}^{k+1} \frac{\cos(\frac{\pi}{2} + \frac{i\pi}{2n})}{\Delta r_{i-1}} - \Theta_{i,i+1}^{k+1} \frac{\cos \frac{i\pi}{2n}}{\Delta z_j} - \Theta s_{1,i}^{k+1} \frac{A}{\Delta rs}}{\frac{\cos(\frac{\pi}{2} + \frac{i\pi}{2n})}{\Delta r_{i-1}} - \frac{\cos \frac{i\pi}{2n}}{\Delta z_j} - \frac{A}{\Delta rs}}$$

где индексы сетки принимают значения  $i=1..n$

$$2) \quad \Theta_{i,2n-i}^{k+1} = \frac{\Theta_{i-1,2n-i}^{k+1} \frac{\cos(\pi + \frac{i\pi}{2n})}{\Delta r_{i-1}} - \Theta_{i,2n-i-1}^{k+1} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{i\pi}{2n}\right)}{\Delta z_{2n-i-1}} - \Theta s_{112n-i}^{k+1} \frac{A}{\Delta rs}}{\frac{\cos\left(\pi + \frac{i\pi}{2n}\right)}{\Delta r_{i-1}} - \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{i\pi}{2n}\right)}{\Delta z_{2n-i-1}} - \frac{A}{\Delta rs}}$$

где индексы сетки принимают значения  $i=1..n-1$

- 3) В точках сетки, где индексы сетки принимают значения  $i=0, j=0,2n$  на внутренней поверхности оболочки:

$$\Theta_{0,0}^{k+1} = \frac{\Theta_{0,1}^{k+1} \Delta rs - A \Theta s_{1,0}^{k+1} \Delta z_0}{\Delta rs - A \Delta z_0}$$

$$\Theta_{0,0}^{k+1} = \frac{\Theta_{0,2n-1}^{k+1} \Delta rs + A \Theta s_{1,2n}^{k+1} \Delta z_{2n-1}}{\Delta rs + A \Delta z_{2n-1}}$$

1. Аппроксимация задачи выполняется на неравномерной сетке  $Z = z_j, r = r_i, t = t_k$ ,

которая аналогично [3] строится разбиением полуокружности на  $2n$  частей. Остальное разбиение выполняется с использованием полученных узлов. Такой выбор сетки позволяет снять проблему сноса граничных условий, так как граничные точки всегда лежат на окружности. Шаг по времени выбирается в процессе работы вычислительной программы, исходя из требований устойчивости.

2. Решение разностной системы выполняется следующим образом:

- а) определяется безразмерная температура  $\theta_{i,j}^k$  в оболочке и на ее границе по формулам (6'), (17);
- б) определяются поля температур  $\theta_{i,j}^k$  и вихря  $\omega_{i,j}^k$  внутри емкости и на оси симметрии (9'), (7'), (16);
- в) определяется  $\theta_{i,j}^k$ , на внутренней поверхности емкости (15);
- г) значение функции тока  $\psi_{i,j}^k$  определяется из разностного уравнения неразрывности (8') методом установления.

Данная методика вычислительного эксперимента позволяет определять поля температур, течения и скоростей в различных сечениях рассматриваемой шарообразной емкости в любой заданный момент времени, т.е. описывает нестационарные процессы, протекающие при заданных условиях. Смоделирован полностью заполненный шарообразный бак для безопасного хранения и транспортировки криогенной жидкости.

#### Литература

1. Кожухова, Е. А. Математическое моделирование теплообмена в цилиндрической емкости с полусферическими днищами / Е.А. Кожухова, А.Ю. Трошин // Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды 21-й научно-технической конференции. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2019. - С. 3-14.
2. Хороший, А. Е. Регулирование температуры теплоносителя в зависимости от изменений температуры наружного воздуха / А. Е. Хороший, А. Ю. Трошин // Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды 20-й научно-технической конференции. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. - С. 143-148.
3. Кожухова, Е. А. Моделирование тепломассопереноса в замкнутой газожидкостной емкости при перемещении границы раздела фаз / Е. А. Кожухова, А. Ю. Трошин // Физико-технические проблемы

энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды 20-й научно-технической конференции. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. - С. 60-66.

4. Трошин, А. Ю. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса при перемещении границы раздела фаз и наличии стока жидкости // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. - Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2017. – 178 с.

5. Трошин, А. Ю. Математическое моделирование термогидродинамических процессов происходящих в стационарно расположенному горизонтальном цилиндрическом баке, а также при его повороте на заданный угол вокруг оси симметрии // Комплексные проблемы техносферной безопасности: Материалы Международной научно-практической конференции. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. - С. 125-129.

6. Трошин, А. Ю. Теплотехника: уч. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2012. - С. 230.

7. Трошин, А. Ю. Моделирование процессов тепломассопереноса в замкнутой шарообразной криогенной емкости с изменяющейся цилиндрической вставкой / А. Ю. Трошин, К. Г. Хрипунов // Вестник воронежского государственного технического университета. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2012. - С. 63-66.

8. Трошин, А.Ю. Математическая модель, описывающая процессы тепломассопереноса в замкнутой сферической газожидкостной ёмкости // Техника машиностроения. – М.: Научно-техническое предприятие "Вираж-Центр", 2006. – С. 45-47.

9. Трошин, А.Ю. Моделирование нестационарного конвективного тепломассопереноса в горизонтальной закрытой газожидкостной цилиндрической емкости: дис. ... канд. техн. наук: 01.04.14 / Трошин Алексей Юрьевич. – Воронеж, 2001. - 114 с.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

E. A. Kozhukhova, A. U. Troshin, L. N. Zvyagina, K. G. Khripunov

## MATHEMATICAL MODELING OF SAFE STORAGE AND TRANSPORTATION OF CRYOGENIC FUEL OF A SPHERICAL CAPACITY

A spherical tank was simulated for safe storage and transportation of cryogenic liquid, temperature, flow and velocity fields in various sections were determined, non-stationary processes occurring under given conditions were described

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 614.8:004.891

А. Ю. Семейкин, И. А. Кочеткова, Е. А. Носатова, Л. В. Воловикова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В данной статье рассмотрены перспективы внедрения современных цифровых технологий для оценки и управления профессиональными рисками на промышленных предприятиях. Показано, что только использование цифровых решений для систем менеджмента безопасности и охраны труда HSE дают реальную возможность контролировать индикаторы производственных процессов, состояние работников и таким образом оценивать, прогнозировать и управлять профессиональными рисками. Приведены сведения о разработках БГТУ им. В.Г. Шухова в области информационных и цифровых решений для менеджмента безопасности труда

Ежегодно в России количество пострадавших в несчастных случаях на рабочих местах составляет до 20000 – 25000 человек (за 2018 год 23597 по России в целом, 318 – по Белгородской области) [1, 2]. Человек, как уже установлено, является наиболее уязвимым элементом в производственной системе. Для него характерны как ошибки управления, так и

ошибки исполнения, которые чаще всего обнаруживаются в предаварийных ситуациях или в сложных обстоятельствах, когда времени на выбор правильного решения остается крайне мало или практически нет. Ошибки могут формироваться неблагоприятными факторами производственного процесса, отсутствием или недостатком информации, не соответствием профессиональных и личностных качеств работника [2, 3, 4].

Решить задачу снижения уровня производственного травматизма и управления безопасностью труда (профессиональными рисками) можно путем исключения человеческого фактора с учетом динамики изменения всех влияющих на нее факторов (условий труда и действий работника). Инструментом управления безопасностью труда может стать использование современных цифровых решений в составе комплексной информационно-аналитической системы управления предприятием.

К цифровым технологиям, которые уже нашли свое применение во многих технологических процессах и имеют огромные перспективы использования в системах HSE (охраны труда и промышленной безопасности) относятся технологии интернета вещей (IoT), дополненной и виртуальной реальности (AR и VR), носимые сенсорные устройства для контроля состояния работников, технологии искусственного интеллекта и блокчейна, облачных вычислений, предиктивной аналитики, больших данных (Big Data), биометрия, автоматизация и роботизация производства.

В системах менеджмента HSE могут найти применение различные виды защитной одежды с цифровыми датчиками, мобильные приложения для аудитов и сообщениях о происшествиях, средства мониторинга безопасности движения и дистанционного контроля на транспорте, датчики мониторинга загрязненности воздуха рабочей зоны [5 – 10], системы обучения на основе виртуальной реальности, беспилотные летательные аппараты для контроля состояния промышленных объектов. На рис. 1 показано распределение применения указанных технологий в реальных производствах [11]. Согласно приведенным данным только на 9 – 13 % предприятиях применяют СИЗ, оснащенные современными устройствами дистанционного контроля параметров окружающей среды и состояния работника. Системы виртуальной реальности для обучения используют 10 % предприятий. Чаще всего в настоящее время используют мобильные приложения и специальные информационные системы для аудитов безопасности и сообщений о происшествиях.

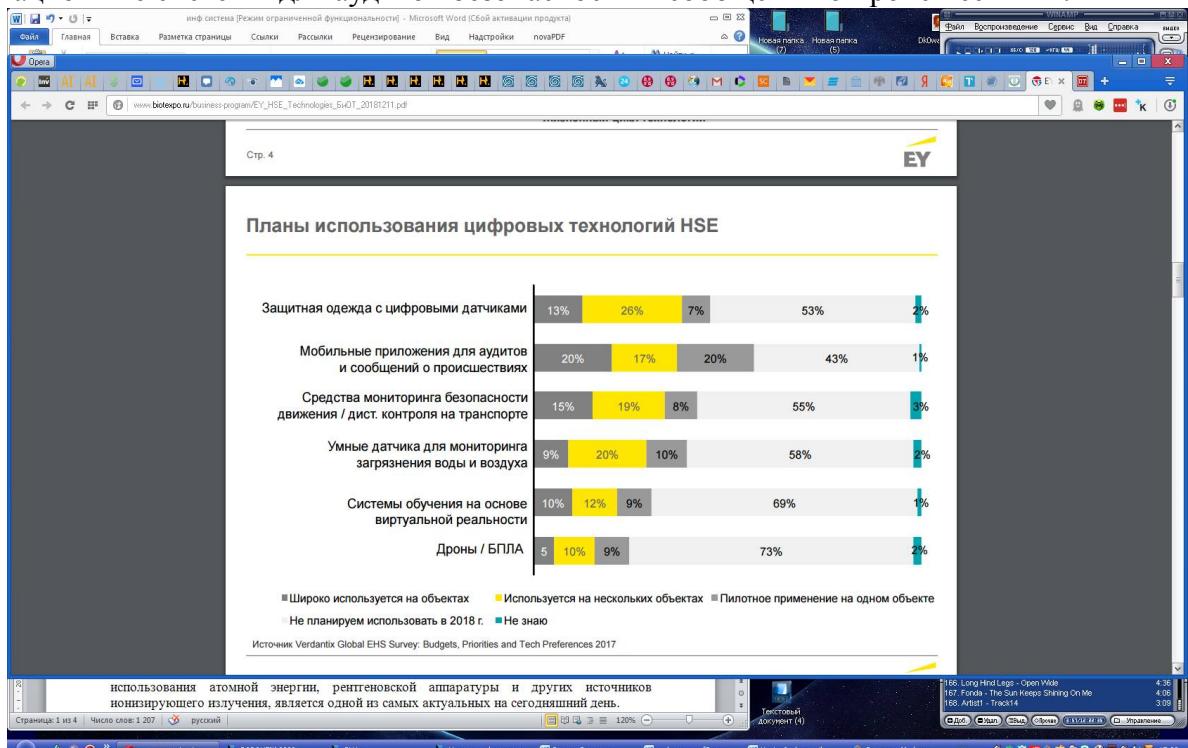


Рис. 1. Анализ использования современных цифровых решений в системах менеджмента HSE

В настоящее время на предприятиях России делаются первые шаги по внедрению таких технологий в системы менеджмента производственных процессов и охраны труда. Так на предприятиях госкорпорации «Ростех» планируется к внедрению в 2020 году автоматизированная система «Управление промышленной безопасностью, охраной труда, охраной окружающей среды организации и транспортной безопасности» [12]. В задачи системы будет входить удаленный мониторинг различных показателей в этих сферах, а также сбор и анализ данных для формирования отчетной и аналитической документации. Отмечается, что с внедрением новой системы значительно упростится процесс контроля за устранением нарушений, а также создаст дополнительные возможности в профилактических мероприятиях по предупреждению производственного травматизма и нарушений требований безопасности.

В ПАО «Газпром нефть» проходят пилотные испытания касок, оснащенных датчиками контроля медицинских показателей работников, онлайн-трекинга, акселерометрами и т.д. Также проходят испытания 3D системы навигации по промышленным объектам [13].

Технологии интернета вещей дают возможность управлять рисками здоровья персонала. На базе статистики показателей сердечно-сосудистой системы, дыхательной активности, показателей гемодинамики возможно определение нормы для каждого работника и в случаях значительных отклонений от нормы – автоматическое оповещение оператора. Мониторинг показателей здоровья позволяет значительно снизить риски, связанные с развитием профессиональных заболеваний. Сенсоры, встроенные в СИЗ или средства интеллектуального видеонаблюдения позволяют автоматизировать удаленный мониторинг их использования и снизить, таким образом, риск получения травмы по причине неиспользования СИЗ [13]. В ведущих университетах ведутся работы, связанные с разработкой «умных» СИЗ [14, 15].

На рис. 2 представлена кривая «зрелости» цифровых технологий, которые могут использоваться в системах менеджмента HSE [11]. В соответствии с ней видно, что наибольшую практическую значимость имеют разработки и применение датчиков контроля местоположения работника, идентификации личности, разработка интегрированных программных платформ (экспертных систем), системы обучения с использованием виртуальной реальности.

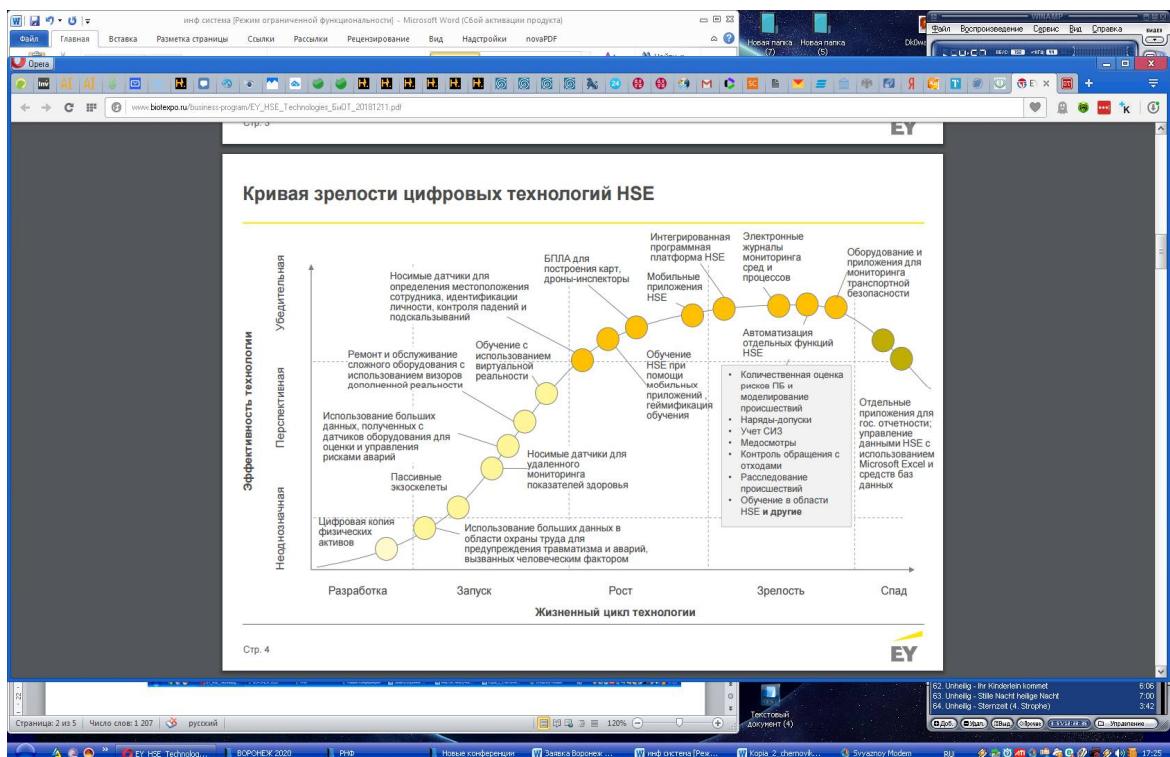


Рис. 2. Кривая зрелости цифровых технологий HSE [11]

В настоящее время разработаны экспертные системы для оценки вероятности несчастных случаев на производстве при эксплуатации технологических и человеко-машинных систем (включая опасные производственные объекты), а также параметров надежности и безопасности сложных технических систем.

За рубежом ведется работа по созданию моделей небезопасного поведения для сотрудников на основе анализа показателей их поведения и рабочей среды, таких как уровень управленческого контроля, условия труда, система управления безопасностью, уровень участия сотрудников, уровень знаний требований безопасности, отношения к безопасности, мотивации, распределения ресурсов и стресса на работе [16–18]. Анализ работ показал, что они основаны на прогнозном моделировании инцидентов на основе известных статистических данных для определенных типов рабочих мест и профессий, однако зарубежные исследования не учитывают постоянно изменение факторов производственной среды, процесса труда, а также изменение психоэмоционального и физиологического состояния работника.

В Белгородском государственном технологическом университете им В. Г. Шухова ведутся разработки интеллектуальных систем менеджмента безопасности труда, которые включают в себя статистические базы данных индикаторов производственного травматизма на предприятиях Белгородской области, модули оценки и тестирования компетентности работников, их психоэмоционального и психофизиологического состояния, а также комплексной оценки профессиональных рисков.

Основой разработанной информационно-аналитической системы управления профессиональными рисками [19, 20], элементом которой является система мониторинга и прогнозирования действий работника в условиях повышенной опасности, является клиент-серверная архитектура. С её помощью можно оценивать состояние оператора, оснащенность его места работы с учетом требований нормативов и другие необходимые показатели, применяя подходящие инструменты (например, сенсорные системы), а также анализировать степень подготовленности персонала в области охраны труда, его психофизиологическое и психоэмоциональное состояние, организовав отдельные рабочие места.

Общая архитектура системы показана на рис. 1.

Рассмотрим основные этапы работы предлагаемой системы. В начале заполняется информационная база данных о персонале и рабочих местах предприятия. Затем на основе хорошо известной базы данных статистических показателей и динамики травматизма в отрасли проводится предварительная оценка вероятности реализации небезопасных действий персонала с учётом полученных закономерностей частоты случаев травмирования работников от факторов, формирующих причину несчастного случая (инцидента). К таким факторам относятся пол работника, его возраст и семейное положение, профессия, образование, день недели и т.д. Оценка проводилась по материалам расследований несчастных случаев на производстве, собранные за 2007 - 2018 годы. Также входными данными являются результаты в виде данных с модуля тестирования, показаний датчиков сотрудников и показаний датчиков рабочих станций.

Программное обеспечение, направленное на выполнение задач системы управления, поддерживает функционал системы. Оно состоит из общего (операционная система, драйверы и т. д.) и специализированного (разработка информационной системы и т.д.) обеспечения. Исходя из политики предприятия и уровня профессионального риска, специалист, отвечающий за охрану труда, принимает решение о необходимых мерах на контролируемом рабочем месте и осуществляет в соответствии с полученным результатом корректирующие действия по обеспечению безопасности.

Работа экспертной системы основана на анализе факторов, влияющих на вероятность производственных происшествий, определении вероятности его возникновения, а затем сравнении значения риска модели (вероятности события) со шкалой вероятного ущерба (серьезности события). Устранение неточностей в оценке рисков в большей степени может быть решено путем введения формальных логических методов и методов, основанных на теории распознавания образов, разработках в области создания искусственного интеллекта, теории нечетких множеств, нечеткой логики [21].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Белгородской области Российской Федерации, грант № 18-47-310002.*

#### Литература

1. Мониторинг условий и охраны труда 2018 год [Электронный ресурс] / Режим доступа:<http://eisot.rosmintrud.ru/index.php/monitoring-usloviy-i-okhrany-truda/> Дата доступа: 23.02.20
2. Семейкин А. Ю. Анализ причин производственного травматизма в Белгородской области // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х томах. Составители В.Н. Рошупкина, В.М. Уваров. 2018. С. 324-328.
3. Хлусова В. П., Климова Е. В. Влияние психологических факторов на уровень производственного травматизма при выполнении строительно-монтажных работ// В сборнике: Молодежь и XXI век - 2018. Материалы VIII Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах. Ответственный редактор А.А. Горюхов. 2018. С. 70-73.
4. Стресс-менеджмент в подготовке персонала экстренных служб, правоохранительных органов и опасных производственных объектов /Гридчин А.А., Ряпухина И.А., Семейкин А.Ю. //Белгород, 2018. 71 с.
5. Моногарова А. А. Датчики и сенсорные системы контроля уровня запыленности производственного помещения // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1438-1441.
6. Баланцева А. А. Автоматизация систем измерений газов на рабочем месте на основе датчиков // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1314-1318.
7. Златова А. Л. Сенсорные системы и датчики для оценки параметров микроклимата //В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1375-1378.
8. Иваненко А. Р. Характеристики современных приборов для измерения факторов условий труда // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1379-1384.

9. Клименко Д. И. Сенсорные системы и датчики для оценки влияния шума // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1385-1388.
10. Куприянов И. О. Характеристики современных приборов для измерения вибрации // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1413-1419.
11. Цифровая трансформация промышленной безопасности и охраны труда [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.biotechexpo.ru/business-program/EY\\_HSE\\_Technologies\\_БиОТ\\_20181211.pdf](http://www.biotechexpo.ru/business-program/EY_HSE_Technologies_БиОТ_20181211.pdf) / Дата доступа: 23.02.20
12. Цифровизация системы управления охраной труда/ Журнал «Сибирская нефть» / №161 (май 2019) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/news/901/582927/> Дата доступа: 23.02.2020
13. Технологии безопасности / Журнал «Сибирская нефть» / №161 (май 2019) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2019-may/2989332/> / Дата доступа: 23.02.2020
14. Никулин А. Н., Романов А. Ф., Иконников Д. А., Должиков И. С. Анализ технических средств обеспечения автоматического контроля применения работниками СИЗ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 130-140.
15. Коршунов Г. И., Никулин А. Н., Должиков И.С., Каменский А.А. Исследование возможности применения портативных технических средств контроля работника на производстве // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 99-107
16. Дроздова А. О., Чернышов А. В., Семейкин А.Ю., Кочеткова И.А. Современные информационные технологии в менеджменте безопасности труда // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х томах. Составители В. Н. Рощупкина, В. М. Уваров. 2018. С. 216-220.
17. Климова Е. В., Рыжиков Е. Н. Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41-51.
18. Рыжиков Е. Н., Климова Е. В., Носатова Е. А., Хлусова В. П. Совершенствование системы управления охраной труда и промышленной безопасностью с учетом анализа и прогнозирования производственного микротравматизма // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 194-205.
19. Семейкин А. Ю., Кочеткова И. А., Дроздова А. О., Чернышов А. В. Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 164-174.
20. Семейкин А. Ю., Токач Ю. Е., Выродов О. С., Балуев Т. В. Разработка автоматизированных систем мониторинга профессиональных рисков и условий труда для повышения безопасности предприятий нефтегазового комплекса // В сборнике: Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды Сборник докладов Международной научно-технической конференции. 2019. С. 245-247.
21. Semeykin A Yu, Kochetkova I A, Klimova E V, Nosatova E A 2019 Expert Information-Analytical Decision Support System for Professional Risk Management Based on the Database of Real Cases of Industrial InjuriesIOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 224 012011

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

A. Yu. Semeykin, I. A. Kochetkova, E. A. Nosatova, L. V. Volovikova

## PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL ASSESSMENT TECHNOLOGIES OF OCCUPATIONAL RISK IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

This article discusses the prospects of introducing modern digital technologies for assessing and managing professional risks in industrial enterprises. It is shown that only the use of digital solutions for HSE safety and labor management systems gives a real opportunity to monitor indicators of production processes, the state of employees and thus assess, predict and manage professional risks. The information on the development of BSTU named after V.G. Shukhov in the field of information and digital solutions for labor safety management

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Д. И. Клименко, А. А. Моногарова, А. С. Баланцева, Л. В. Воловикова, А. Л. Златова

## РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В данной статье рассмотрен вред, наносимый обслуживающему персоналу при работе с радиоактивными объектами, и разобраны преимущества защиты от радиации с использованием наномодифицированных композиционных материалов

Проблема защиты персонала, занимающегося обслуживанием объектов использования атомной энергии, рентгеновской аппаратуры и других источников ионизирующего излучения, является одной из самых приоритетных в настоящее время.

В процессе работы с источниками ионизирующего излучения без достаточного уровня защиты, человек подвергается облучению, которое вызывает появление соматических (лейкозы, опухоли, локальные лучевые поражения) или генетических эффектов (хромосомные aberrации и мутации) [1].

Проявление повреждений, которые были вызваны большими дозами облучения, происходит в течение нескольких часов или дней. Опухоли и лейкозы проявляются, как правило, через одно или два десятилетия после облучения; генетические мутации регистрируются в следующем или последующих поколениях.

Наиболее уязвимыми к воздействию радиации являются красный костный мозг и элементы кроветворной системы; при дозах облучения 0,5-1 Гр они теряют способность к нормальному функционированию. Повышенной чувствительностью к облучению также отличаются органы репродуктивной системы и зрения. Исследования показали, что при дозе облучения 2 Гр и менее на глазных хрусталиках образуются помутневшие участки, представляющие собой погибшие непрозрачные клетки, а при дозах соответствующих значению 5 Гр наблюдается развитие прогрессирующей катаракты. Исходя из результатов исследования влияния профессионального облучения на глаза работающего, становится известно, что дозы в интервале от 0,5 до 2 Гр, которые были получены за период, соответствующий 10-20 годам, вызывают помутнение хрусталика.

Особенно серьезными из всех последствий облучения человека средними и малыми дозами ионизирующей радиации являются раковые заболевания. Так при дозе облучения всего тела 0,1-0,5 Гр у особо чувствительных людей наблюдается развитие лучевой болезни, отдаленным результатом такого облучения являются: увеличение риска возникновения рака, поражение лимфоцитов и нейтрофилов, генетические мутации [2].

Для обеспечения высокого уровня защищенности при работе с радиацией необходимо применение специальных радиационно-защитных материалов, которые должны сохранять свои свойства (механические, электрические и т.д.) при воздействии радиации, обладать высокой химической стойкостью, а также легко перерабатываться после истечения своего срока службы [3].

В наиболее доступных радиационно-защитных материалах высокая эффективность защиты сочетается с большой массой или толщиной таких изделий, что приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик. Решение этой задачи представляется возможным при использовании наноразмерных добавок в качестве наполнителей, что обеспечит повышение показателей эксплуатационных и защитных характеристик [4].

Прочные металлы, которые обладают достаточно высокими механическими свойствами, в процессе их эксплуатации в условиях, создаваемых повышенным уровнем ионизирующего облучения, становятся уязвимы для радиационного разрушения и разрушения, это происходит также вследствие структурных изменений. Эти структурные изменения возможно предотвратить, используя металлы, которые мало предрасположены

разбуханию, и модифицируя радиационно-защитный материал различными наноразмерными наполнителями.

Одним из экологически безопасных вариантов радиационно-защитного материала является композит в состав которого входят радиационно-стойкие сплавы алюминия, радиационно-поглощающие ультрадисперсные порошки и материалы с размерами, лежащими в нанометровом диапазоне. Композит такого типа создают путем механической обработки твердых тел, в ходе которой наблюдается измельчение и пластическая деформация исходных веществ (метод механохимического синтеза). В процессе измельчения материалов происходит разрыв химических связей, который обуславливает возможность возникновения новых химических связей. Преимущество данного композита заключается в возможности обеспечения надежной адгезии частиц в металлической матрице, а также минимизации весовых характеристик полученного материала [5].

Для изготовления модифицированных алюминийматричных радиационно-защитных композитов используется сплав алюминия с магнием (магналий) АМг6, отличающийся высокой пластичностью и коррозионной стойкостью, или высокопрочный сплав Al-Zn-Mg-Cu – В95. Для обеспечения защиты от нейтронного воздействия в композит включают высокодисперсные порошки нитрида бора (BN) или карбида бора (B<sub>4</sub>C), с целью поглощения гамма-излучения используют нанопорошок вольфрама (W<sub>n</sub>), который произведен при помощи отжига вольфрамовой кислоты (H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>) и дальнейшим интенсивным измельчением и восстановлением ее в водороде.

При использовании данного модифицированного композиционного материала, содержащего наноразмерные наполнители, эффективность защиты от гамма- и нейтронного излучений значительно превышает эффективность защиты традиционных композиционных материалов [6].

Для защиты от радиационного излучения также широко применяется тяжелый бетон, содержащий тяжелые химические элементы и гидратный бетон, в состав которого входят легкие элементы. С развитием науки и техники появилась возможность модифицировать данные виды защитных материалов.

Относительно новым видом добавок, которые способны усовершенствовать структуру радиационно-защитного композиционного материала, являются наноразмерные добавки. Эффективность такого вида добавок существенно зависит от их природы и дисперсности, экономические предпосылки использования определяются стоимостью, расходом, расширением перечня областей применения получаемого материала.

При введении специальных добавок на основе наноразмерных частиц, наблюдается улучшение прочностных характеристик и долговечности материала. Срок службы такого наномодифицированного бетона, составляет 500 лет. Преимущества модифицированного бетона, изготовленного с применением базальтовой микрофибры, заключаются в следующем: происходит увеличение прочности на изгиб, сжатие, разрыв, растяжение не зависимо от температуры рабочей среды (диапазон температуры применения нанодобавки от 260°C до +750°C); значительно снижается деформация усадки; повышается устойчивость к воздействию низких и высоких температур и механическим воздействиям; наблюдается улучшение свойств водонепроницаемости и устойчивости к агрессивным средам. Для защиты от радиационного облучения необходимо добавление наполнителей, свинца и камней, содержащих свинец, в размере 30-40 % масс практически без потери прочности бетона.

Модифицированный бетон совместим с различными видами наполнителей (природными, искусственными и наполнителями на основе отходов промышленного производства). Эффективность защиты от ионизирующего излучения таких бетонов значительно возрастает в процессе введения природных и/или техногенных заполнителей (лимонита, гематита, барита, свинца, чугуна, металлической стружка и т.д.).

Таким образом, применение заполнителей нанометрового размера позволяет повысить плотность структуры, которая оценивается пористостью. Уменьшение пористости радиационно-защитного композиционного материала значительно увеличивает его защитные характеристики.

*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

#### Литература

1. Сахаров В.К. Радиоэкология: учебное пособие /В.К. Сахаров. СПб. : Издательство «Лань», 2006. 320 с.
2. Усманов С.М. Радиация: справочные материалы /С.М. Усманов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 176 с.
3. Очкин А.В. Введение в радиоэкологию: учебное пособие для вузов /А.В. Очкин, Н.С. Бабаев, Э.П. Магомедбеков. М.: Издат, 2003. 200 с.
4. Грачёв Н.Н. Защита человека от опасных излучений /Н.Н. Грачёв, Л.О. Мырова. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. 317 с.
5. Ташлыков О.Л., Щекlein С.Е., Хомяков А.П., Русских И.М., Селезнев Е.Н. Экспериментальное исследование защит от гамма-излучения органометаллических композиций // Глобальная ядерная безопасность. 2015. № 2 (15). С. 49-55
6. Артемьев В.А. Об ослаблении рентгеновского излучения ультрадисперсными средами //Письма в ЖТФ. 1997.Т. 23, № 6. С. 5–9.
7. Моногарова А.А. Датчики и сенсорные системы контроля уровня запыленности производственного помещения // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1438-1441.
8. Баланцева А.А. Автоматизация систем измерений газов на рабочем месте на основе датчиков // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1314-1318.
9. Златова А.Л. Сенсорные системы и датчики для оценки параметров микроклимата //В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1375-1378.
10. Семейкин А.Ю., Кочеткова И.А., Дроздова А.О., Чернышов А.В. Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 164-174.

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

D. I. Klimenko, A. A. Monogarova, A. S. Balantseva, L. V. Volovikova, A. L. Zlatova

#### RADIATION-PROTECTIVE NANOMODIFIED COMPOSITE MATERIALS

This article discusses the harm caused to service personnel when working with radioactive objects, and examines the advantages of radiation protection using nanomodified composite materials

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

А. А. Моногарова, Л. В. Воловикова, А. Л. Златова, А. С. Баланцева, Д. И. Клименко

## ДАТЧИКИ И СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОАЭРОЗОЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ

В данной статье рассмотрен вред воздействия наноаэрозолей на организм человека, а также существующие системы обнаружения наночастиц в воздухе и контроля их концентрации

Современные методы оценки опасных производственных факторов на рабочем месте способны достаточно полно проинформировать о существующих вредных воздействиях, значениях их показателей и возможных негативных последствиях для человека. Однако, невозможность проводить контроль ежедневно и на протяжении всей рабочей смены может оставить неучтеными определенные риски. Воздействие некоторых факторов может меняться во времени из-за особенностей технологии производства, а также в связи с непредвиденными отказами или износом отдельных элементов оборудования. Неправильные действия работников могут являться причиной резкого возрастания интенсивности воздействия поражающих факторов. Чтобы избежать травматизма и профессиональных заболеваний необходимо разработать систему постоянного контроля рабочих местах.

Одним из опасных факторов является образование аэрозолей различных веществ в воздушной среде рабочего пространства. Грубодисперсные аэрозоли достаточно изучены и в современной практике существуют способы защиты от их вредного воздействия. Быстро развивающиеся технологии выявили необходимость контроля аэрозолей с меньшей дисперсностью – наноаэрозолей. Дисперсной фазой наноаэрозоля являются наночастицы, состоящие из 20-30 молекул. Такие частицы обладают высокой поверхностной энергией, что обуславливает их активность при вступлении в химические реакции, возможность самовоспламенения частиц. Поступление ультрадисперсных частиц в воздух может происходить на различных производствах, как связанных с нанотехнологиями (производство элементов микро и наноэлектроники, нанесения тонких пленок, производство полупроводниковых оксидов металлов для сенсоров и фотокатализа), так и при работе с более масштабными объектами (сварочные работы, обработка и измельчение материалов, плавка металлов). Таким образом, в зоне риска оказывается множество работников, занятых в различных сферах деятельности [1].

Ингаляционное поступление наночастиц в организм – самый частый способ их попадания в организм человека и один из самых опасных. Осаджение наночастиц в дыхательных путях определяется формой и размером частиц или их агломератов, и они откладываются в альвеолярном отделении в большей степени, чем более крупные вдыхаемые частицы. Основываясь на исследованиях на животных, наночастицы могут попадать в кровоток из легких и перемещаться в другие органы, включая мозг. На образование пыли влияют форма частиц, размер, объемная плотность и собственные электростатические силы, а также то, является ли наноматериал сухим порошком или включен в суспензию или жидкую суспензию [2].

Современные исследования, проводившиеся на животных выявили, что легочные воспаления и легочный фиброз могут быть вызваны попаданием в дыхательные пути углеродных нанорубок или нановолокон, и иметь более тяжелый характер, чем воспаления вызванные асбестом или ультрадисперсной сажей. Некоторые исследования на клетках или животных показали генотоксические или канцерогенные эффекты или системные сердечно-сосудистые эффекты от легочного воздействия. Хотя степень, в которой данные о животных могут предсказать клинически значимые легочные эффекты у рабочих, неизвестна, токсичность, наблюдаемая в краткосрочных исследованиях на животных, указывает на

необходимость защитных действий для работников, подвергающихся воздействию наноаэрозолей.

Токсикологические исследования показали, что токсичность веществ увеличивается с уменьшением массы и с увеличением площади поверхности частицы ис с увеличением концентрации этих частиц в объеме. Линейные размеры частицы оказывают меньшее влияние на токсичность, в отличие от площади поверхности. Особой вредностью обладают частицы вытянутой формы, например, нанотрубки [3].

Изученными примерами могут служить: негативное влияние дыма из политетрафторэтилена (ПТФЭ), который при дозе менее 60 мкг / м<sup>3</sup> вызывал геморрагический отек легких и смерть у крыс; возникновение воспалительного процесса у крыс вследствие влияния наночастиц TiO<sub>2</sub> малого размера, особую роль здесь играла суммарная активная площадь частиц; влияние нерастворимых наноразмерных частиц Ir на крыс при вдыхании, приводящее к накоплению Ir в печени. Также выявлена острая токсичность при ингаляционном поступлении в виде аэрозоля оксида марганца, CL<sub>50</sub> для крыс составляет 120 мг/м<sup>3</sup> [4].

Также опасность представляют радиоактивные наночастицы. Это аэрозоли, несущие атомы следующих радионуклидов: 218Po, 214Pb, 214Bi и 214Po. Они повсеместно присутствуют в окружающем воздухе в виде продуктов распада радона (RnDP) и представляют большую проблему, поскольку они вносят свой вклад в виде более половины дозы облучения, которую получает население в целом от всей естественной радиоактивности, и являются основной причиной рака легких [5].

Результаты токсикологических исследований показывают, что аэрозольные частицы могут осаждаться в различных частях органов дыхания человека в зависимости от размеров частиц. Частицы с размерами менее 10 мкм могут попадать в носовую полость, частицы размером менее 7 мкм могут попадать в горло, а если менее 2,5 мкм, они попадают в легкие.

Измерения размера и концентрации аэрозольных наночастиц в основном включают два вида методов, основанных на оптических и электрических механизмах. Оптические измерения требуют датчика или детектора частиц в зоне обнаружения; Тремя наиболее широко используемыми датчиками являются оптический счетчик частиц (OPC), лазерный счетчик частиц (LPC) и счетчик частиц конденсации (CPC) [6]. Однако обнаружение размера частиц с помощью рассеяния света теряет чувствительность, когда размер меньше длины волны используемого света или лазера, поэтому OPC или LPC могут обнаруживать только частицы размером более 0,1 мкм. CPC могут обнаруживать частицы размером менее 0,1 мкм, но на сегодняшний день ограничения их компактности, портативности и стоимости не позволяют применять их для персонального мониторинга.

Частицы с размерами от 1 до 300 нм могут быть обнаружены с помощью электрических измерений. Существует две группы электрических измерений в соответствии с их способом измерения измерения. Один из примеров, представленный методами сканирующего электрического подвижного спектрометра (SEMS) или дифференциального анализатора подвижности (DMA), основан на том факте, что электрическая подвижность заряженных частиц обратно пропорциональна размеру частиц. Однако эти инструменты сложно использовать из-за их большого объема и веса. Другие методы измерения основаны на диффузионном заряде, при котором средний заряд на частицах примерно соответствует их диаметру в определенном диапазоне размеров. Частицы аэрозоля заряжаются ионами газа, которые ионизируются в специальном зарядном устройстве, а затем удаляются избыточные ионы газа, не связанные с частицами аэрозоля, чтобы не влиять на последующее измерение тока, и, наконец, можно рассчитать концентрацию числа и размер частиц в соответствии с зарядами, измеренными на частицах.

Сообщалось о некоторых портативных приборах, основанных на принципе зарядки, таких как устройства Nanomonitor, NanoCheck (модель 1.320, GSI) и Discmini. Наномонитор может измерять числовые концентрации 10<sup>6</sup> / см<sup>3</sup> и усредненные размеры частиц между 10–

300 нм, его конфигурация в основном представлена тремя элементами, отвечающими за зарядку, осаждение и измерение. Он измеряет зарядный ток, используя блочное напряжение, которое изменяется между низким и высоким напряжением. При низком напряжении избыточные ионы удаляются, а при высоком напряжении часть заряженных частиц также удаляется. Измеритель тока, который подключен через клетку Фарадея, регистрирует два разных тока при низком и высоком напряжении. Параметры частиц числовой концентрации и размера могут быть вычислены из обнаруженных токов. NanoCheck использует переменное напряжение ионной ловушки для получения параметров частиц, которые могут измерять частицы в диапазоне размеров 25–300 нм и концентрациях  $500–5 \times 10^5 / \text{см}^3$  на основе того же принципа работы, что и в наномониторе. Discmini может измерять средние размеры частиц от 15 до 400 нм и числовые концентрации от 700 до  $8,4 \times 10^5 / \text{см}^3$ . Частицы аэрозоля электрически заряжены в коронном разряде и обнаружены в две стадии. Мелкие частицы осаждаются на стадии диффузии с помощью набора экранов из нержавеющей стали, а более крупные частицы проходят через стадию диффузии и обнаруживаются на стадии фильтрации, которая содержит специальный фильтр. Nanomonitor, NanoCheck и Discmini используют клетки Фарадея, ионные ловушки и / или стопку экранов из нержавеющей стали для обнаружения зарядных токов, имеющих сложные структуры, препятствующие дальнейшей миниатюризации [7].

Таким образом, можно определить, что основной проблемой внедрения подобных датчиков на сегодняшний день является сложность их конструкции и большие габариты. Для их решения разрабатываются более совершенные модели, в которых, например, ионные ловушки и клетки Фарадея заменены на микросхемы, состоящие из плоских электродов.

Возможность контролировать концентрацию наночастиц в воздухе рабочей зоны позволило бы сократить риски появления профессиональных респираторных заболеваний. Таким образом, было бы возможно регулировать необходимую кратность воздухообмена, лучше понимать эффективность различных мероприятий по обеспечению безопасности. Были бы выявлены особенно опасные этапы технологического процесса.

*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В. Г. Шухова.*

#### Литература

1. Юшин В. В. Техника и технология защиты воздушной среды: учеб. пособие / В. В. Юшин, В. М. Попов, П. П. Кукин. Москва : Высшее образование, 2005. 390 с.
2. ГОСТ Р 54597-2011 Воздух рабочей зоны. Ультрадисперсные аэрозоли, аэрозоли наночастиц и наноструктурированных частиц. Определение характеристик и оценка воздействия при вдыхании/ISO/TR 27628:2007
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии/ А. И. Гусев. Москва: Физматлит, 2005. 410 с.
4. Зайцева Н. в., Землянова М. А. Исследование острой токсичности нанодисперсного аэрозоля оксида марганца для прогнозирования опасности для здоровья работников и населения при ингаляционном воздействии. Анализ риска здоровью, 2018, № 1, С. 89-97. DOI: 10.21668 / здоровье. риск/2018.1.10. анг
5. Унгер Ф.Г., Наносистемы, дисперсные системы, квантовая механика, спиновая химия. М.: Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. 264 с.
6. Любов В. К. Исследование запыленности воздушной среды на производстве. Определение эффективности работы пыле и золоулавливающих установок: Методические указания к выполнению лабораторных работ №7, 8./ Любов В. К. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. 35 с.
7. Marra, J.; Voetz, M.; Kiesling, H.J. Monitor for detecting and assessing exposure to airborne nanoparticles. J. Nanopart. Res. 2010, 12, 21–37.
8. Моногарова А. А. Датчики и сенсорные системы контроля уровня запыленности производственного помещения // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1438-1441.
9. Баланцева А. А. Автоматизация систем измерений газов на рабочем месте на основе датчиков // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1314-1318.

10. Златова А. Л. Сенсорные системы и датчики для оценки параметров микроклимата // В сборнике: Образование. Наука. Производство Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 1375-1378.

11. Семейкин А. Ю., Кочеткова И. А., Дроздова А. О., Чернышов А. В. Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 164-174

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

A. A. Monogarova, L. V. Volovikova, A. L. Zlatova, A. S. Balantseva, D. I. Klimenko

## DETECTORS AND SENSORSYSTEMS OF CONCENTRATION CONTROL OF NANOAEROSOLS IN THE INDUSTRIAL ROOM

This article discusses the harmful effects of nanoaerosols on the human body, systems for detecting nanoparticles in air and controlling their concentration

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

УДК 351.861

А. А. Назаров<sup>1</sup>, Н. В. Мартинович<sup>1</sup>, А. В. Калач<sup>2</sup>

## ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКРЫТОГО АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье предложен возможный подход мониторинга системы комплексной безопасности территории закрытого административно-территориального образования, с учетом специфики его функционирования. Подход основан на методах теории нечетких множеств в целях получения логической функции, значение которой будет описывать состояние объекта на основе перевода значений параметров мониторинга оборудования и объекта в соответствующие шкалы с выведением обобщенного показателя

Обеспечение комплексной безопасности среды обитания в условиях сохранения высокого уровня рисков техногенного и природного характера и продолжающейся тенденции урбанизации, является одним из важных элементов создания устойчивого социально-экономического развития и роста инвестиционной привлекательности городов Российской Федерации.

Возросшие требования к функциональному наполнению систем безопасности обуславливают необходимость формирования единого системного подхода к построению и развитию комплексной многоуровневой системы управления безопасностью среды обитания в том числе от аварий и чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Исходя из принятых в Российской Федерации нормативными документами [1, 2] терминов «техногенная чрезвычайная ситуация (ЧС)» и «защита населения в ЧС», возможно выделить основные элементы системы защиты населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера, параметры и состояния которых могут являться показателем состояние защищенности жизни и здоровья людей, их имущества и среды обитания человека от опасностей при ЧС техногенного характера согласно определению приведённому в [2] (рис. 1).

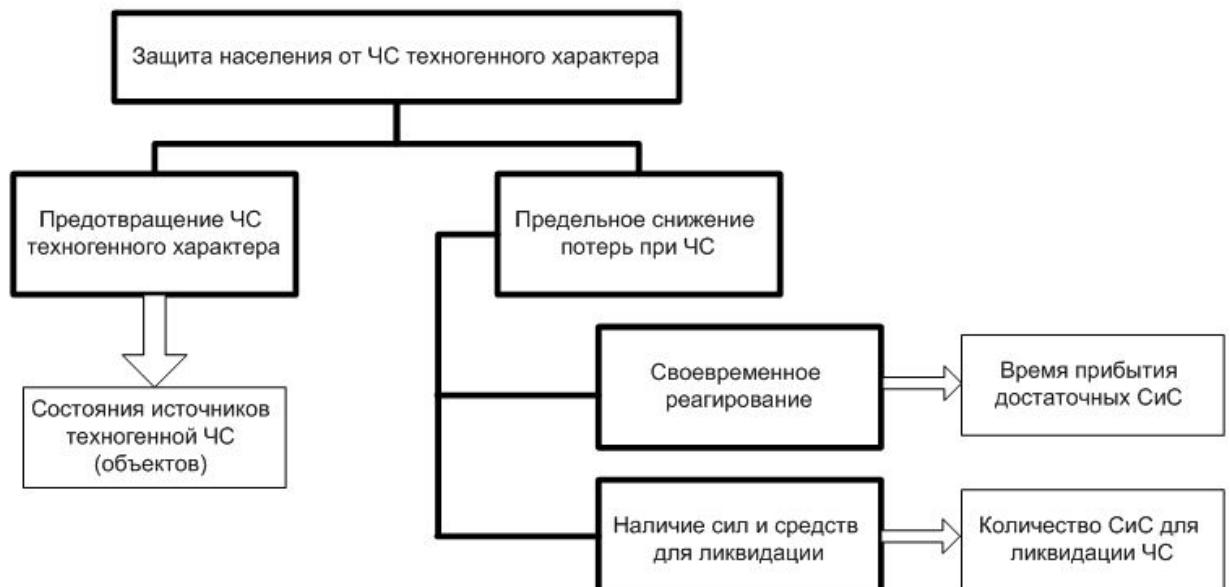


Рис. 1. Основные элементы системы защиты населения от ЧС техногенного характера

Основными элементами системы защиты населения от ЧС техногенного характера будут являться:

- Предотвращение ЧС;
- Предельное снижение потерь при ЧС.

Состояния каждого элемента системы возможно описать параметрами непосредственно влияющего на них. Для элемента системы «Предотвращение ЧС», основным показателем, по нашему мнению, является состояние источников техногенной ЧС (объектов).

Основным показателем элемента «Предельное снижение потерь при ЧС», будут являться своевременность, время прибытия и достаточность сил и средств, необходимых непосредственно для ограничения развития и ликвидации ЧС.

Информацию как о состоянии источников, так и о силах и средствах РСЧС для ликвидации, а так же возможном времени реагирования возможно получить от различных систем мониторинга и контроля создаваемых в настоящий момент и являющихся частью реализуемой концепции АПК «Безопасный город» и его базового элемента, комплекса средств автоматизации «Единый центр оперативного реагирования» (КСА ЕЦОР). В настоящий момент сбор, хранение информации, общая архитектура и концепция развития АПК «Безопасный город» определены и регламентированы [3], при этом необходимо отметить, что во-первых, вопросы детерминистического нормирования и определения степени защищенности защиты населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера мало отражены в данной концепции развития, во-вторых реализованные и применяемые в настоящий момент подходы и системы мониторинга в основном унифицированы для применения на территории Российской Федерации общего применения, и как правило не учитывают функционирования закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО). Данный факт, обуславливает необходимость разработки комплексного показателя защищенности населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а также методики обоснования рациональных параметров системы защиты населения на территории ЗАТО учитывая специфические источники техногенных ЧС.

В общем виде показатель защищенности населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера исходя из вышеприведенных терминов, возможно представить в виде суммы показателей элементов входящих в систему:

$$\Pi_3 = C_o + B_p + K_{\nu} \quad (1)$$

где  $\Pi_3$  - Показатель защищенности населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера;  $C_o$  – Показатель состояния источников техногенной ЧС;  $B_p$ - Показатель учитывающий время реагирования при возникновении ЧС;  $K_{\nu}$  – Показатель учитывающий достаточность сил и средств для предотвращения развития и ликвидации возможной техногенной ЧС.

Для определения показателя защищенности населения от ЧС техногенного характера необходимо в первую очередь проведения анализа источников угроз характерных для исследуемой территории и решение следующих задач (рис. 2):

- Определить виды и источники техногенных ЧС характерных для территории ЗАТО Железногорск;
- Определить минимальные показатели источников техногенных ЧС, значения которых будет характеризовать его состояния;
- Разработать унифицированный алгоритм и единый подход к оценки показателей.

Главным отличием ЗАТО от территории общего применения является наличие специального предприятия, объекта в границах территориального образования, в большинстве случаев являющимся опасным производственным объектом (ОПО) и связанным с общей инфраструктурой территории, на которой он размещен. Как следствие, показатель комплексной безопасности, защищённости и безопасного функционирования территории ЗАТО, в первую очередь обусловлен безопасностью функционирования градообразующих ОПО расположенных на территории.

Так для ЗАТО Железногорск такими основными предприятиями являются ФГУП «Горно-химический комбинат» и АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва расположенные на территории административно-территориального образования [4].

Определение показателя состояния источников угроз техногенной ЧС ( $C_o$ ), предполагается на основе данных уже развернутых или проектируемых в настоящий момент систем мониторинга технических параметров объекта.

Так, для ОПО при анализе его как источника промышленной аварии и катастрофы связанной с выходом радиации определены такими системами будут система контроля радиационной опасности (ЕГАСКРО); контроль систем физической защиты объекта; система мониторинга инженерных конструкций объекта (СМИК); система мониторинга инженерных систем объекта (СМИС). Немаловажными будут показания системы автоматической пожарной сигнализации (АПС), поскольку возникновения пожароопасной ситуации на данном объекте с высокой долей вероятности может привести к выбросу. При этом, учитывая особенность функционирования автоматической системы обнаружения пожара, данные получаемые от этой системы могут принимать три значения Штатное функционирование; Неисправность; Пожар.

Номенклатура применяемого технологического оборудования и технических средств мониторинга (ТСМ) особенно на опасных производственных объектах, характерных для ЗАТО очень велико, поэтому необходим комплексный мониторинг нормального функционирования всех ключевых параметров для своевременного выявления потенциально опасных состояний. Процесс анализа и обработки данных комплексного мониторинга осложняется тем, что различное оборудование, в частности датчики, обеспечивающие показания работы отдельных узлов объекта мониторинга, имеют разные единицы измерения, параметры и точность. Это затрудняет своевременное выявление предаварийных ситуаций [5].

Так, только система контроля радиационной опасности (ЕГАСКРО) проводит измерения по следующим показателям, имеющие свои единицы измерения и минимальные

допустимые значения, позволяющие характеризовать обстановку как допустимую или опасную: мощность дозы (эквивалентной, поглощенной)  $\gamma$ -излучения; спектральный состав  $\gamma$ -излучения; объемные активности  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучающих радионуклидов в приземном слое воздуха, включая активности трития, изотопов йода и короткоживущих радиоактивных благородных газов; объемная активность радионуклидов в воде.

Для решения данной задачи, возможно использовать методы теории нечетких множеств. Применение подходов данной теории позволяет получить логическую функцию, значение которой будет описывать состояние объекта на основе перевода значений параметров мониторинга объекта в соответствующие шкалы с выведением обобщенного показателя. За основу предлагается принять одну из логистических функций Харрингтона – так называемая «кривая желательности». Основой обобщения информации с использованием функции Харрингтона является преобразование натуральных значений частных параметров различной физической сущности и размерности в единую безразмерную шкалу желательности (предпочтительности) [4]. Данный метод в процессе практического применения предусматривает установление границы допустимых значений ( $y$ ) для всех показаний технических средств мониторинга (верхние и нижние границы допустимых значений прибора). Ограничения могут быть односторонними ( $y_{\min}$  или  $y_{\max}$ ) или двусторонними ( $y_{\min}$  и  $y_{\max}$ ). При одностороннем ограничении отметке  $d_i$  равное допустимому значению на шкале желательности соответствует  $y_{\min}$  или  $y_{\max}$  (задан нижний или верхний предел соответственно), при двустороннем ограничении – и  $y_{\min}$  и  $y_{\max}$  (рис. 2).

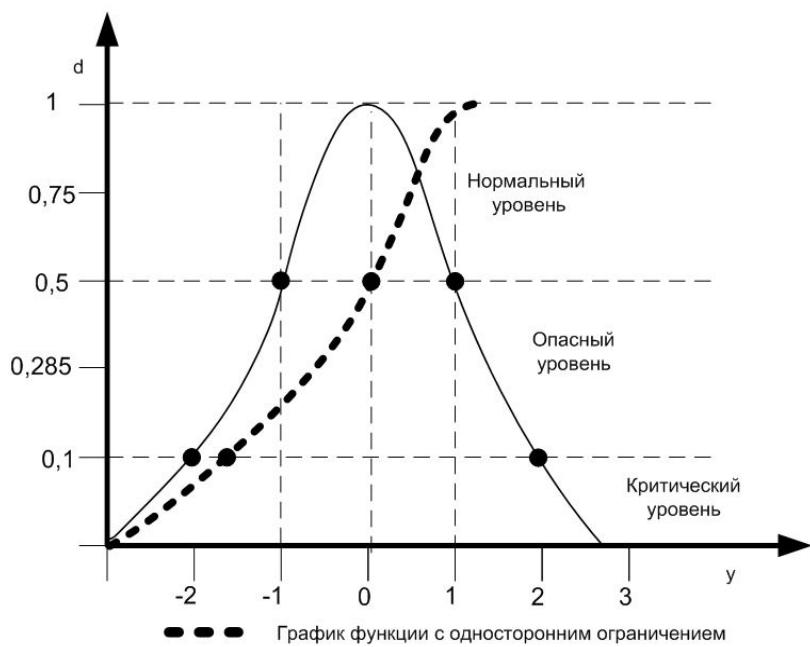


Рис. 2. График функции желательности с разными вариантами ограничений

Примером показателя, для которого строится функции желательности с односторонним ограничением, является контроль параметров системы радиационной опасности (ЕГАСКРО), в частности мощность дозы и (или) параметров системы мониторинга инженерных систем объекта (СМИС) таких как температура привода подъемных механизмов – чем меньше показатель данных технических средств мониторинга, тем значение показателя  $d_1$  больше. Если ограничения двусторонние, т.е. имеют вид  $y$  и меньше  $y_{\min}$  и больше  $y_{\max}$ , то функция желательности, соответствующая шкале желательности Харрингтона для двустороннего ограничения  $d_2$ .

Классическим примером параметра с двусторонним ограничением служит контроль параметра инклинометра. Инклинометр применяется в системе мониторинга инженерных

конструкций объекта (СМИК) для контроль отклонения объекта от вертикали и регистрация угловых подвижек объекта мониторинга: платформ, оснований, фундаментов, опор, ферм и ригелей. Оптимальные значения показаний данного прибора лежат в определенном диапазоне, а повышение или понижение значений относительно оптимума приводят к снижению показателя  $d_2$ .

Как было сказано выше, учитывая особенность функционирования автоматической системы обнаружения пожара, данные получаемые от этой системы могут принимать три значения, предлагается при оценке подобных дискретных систем оценку по шкале со значениями соответствующим значениям вербально-числовая шкала Харрингтона {0,2,5}:

- Штатное функционирование {5};
- Неисправность {2};
- Пожар{0}.

После того, как все частные параметры технических средств мониторинга ( $y_i$ ) переведены в свои желательности ( $d_i$ ) возможно перейти к построению обобщенного показателя состояния источников угроз техногенной ЧС (Со) по исследуемому источнику, названного Харрингтоном обобщенной функцией желательности D. Одним из способов решения задачи интеграции является представление обобщенной функции желательности D, как среднее геометрическое частных желательностей:

$$D = \sqrt[n]{d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n}. \quad (2)$$

Использование вышеуказанного алгоритма позволяет определить показатель состояния по каждому источнику техногенной ЧС (Со). Для дальнейшего анализа и определения общего показателя защищенности населения предлагается группировать источники по виду техногенной и ЧС и определять итоговый показатель состояния группы по минимальному значению состояния каждого источника техногенной ЧС (Со) группы. Предложенный подход позволяет нормировать показатели ТСМ для своевременного выявления потенциально опасных, предаварийных состояний источников техногенной чрезвычайной опасности и как следствие определить показатель состояния источников техногенной ЧС как элемента комплексного показателя защищенности населения от чрезвычайных ситуаций техногенного характера. При реализации данного подхода в программном средстве позволяет интегрировать его в соответствии с концепцией АПК «Безопасный город» и применять в комплексе КСА ЕЦОР для мониторинга в реальном времени параметров системы комплексной безопасности ЗАТО, учитывая территориальные особенности расположения и технологические особенности расположенного градообразующего производства.

#### Литература

1. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения
2. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения
3. Методические рекомендации АПК «Безопасный город» построение (развитие), внедрение и эксплуатация 2-4-87-12-14 от 22.02.2015 г.
4. Рыбаков, А.В. О разработке модели мониторинга состояния системы комплексной безопасности закрытого административно-территориального образования / Рыбаков А.В., Назаров А.А., Мартинович Н.В., Мельник А.А. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2019. №4.-С.65-69
5. Рыбаков А.В., Арефьева Е.В. Модель комплексного мониторинга состояния объектов нефтехранения. Научно-производственный журнал «Нефтяное хозяйство» №9. – М.: ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2015 г. С.116-120, Рыбаков А.В., Очередько М.В., Рыбакова А.М. О разработке системы комплексного мониторинга за состоянием опасного производственного объекта// Вестник НЦБЖД. 2018. № 2 (36). С. 98-106.
6. Сосюкин А.Е., Верведа А.Б. Практические аспекты использования функции желательности при проведении психофизиологического обследования персонала аварийно-спасательного формирования // MEDLINE.RU. Российский биомедицинский журнал. ООО «Интернет-Проект», 2015. №3. С. 872-884

<sup>1</sup> Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Красноярский край, г. Железногорск, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

A. A. Nazarov, N. V. Martinovich, A. V. Kalach

## APPLICATION OF THE DESIREMENT FUNCTION IN DETERMINING THE INDICATOR OF THE STATE OF THE SOURCES OF TECHNOGENIC EMERGENCY SITUATIONS IN THE TERRITORY OF THE CLOSED ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL EDUCATION

The article proposes a possible approach to monitoring the system of integrated security of the territory of the closed administrative and territorial entity, taking into account the specifics of its functioning. The approach is based on the methods of fuzzy set theory in order to obtain a logical function, the value of which will describe the state of the object based on the translation of the values of the monitoring parameters of the equipment and the object into the corresponding scales with the calculation of the generalized indicator

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Krasnoyarsk Territory, Zheleznogorsk, Russia  
Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 632.95

М. Н. Мусаев, Д. М. Рахматова

## ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ЯДОВИТЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В данной статье рассматривается исследование по обеспечению безопасности и методов утилизации химических и ядовитых веществ. Химические и ядовитые отходы относятся к одним из наиболее опасных для человека и природной среде в целом. Утилизация ядовитых отходов должна производиться в строгом соответствии со всеми требованиями безопасности. Переработка неправильными методами или средствами может привести к заражению целых территорий, а в дальнейшем и к смертельному поражению живых существ и человека

В настоящее время Узбекистан постепенно перенимает зарубежный опыт по утилизации ядовитых и химических отходов, которые являются одним из основных трудно решаемых проблем государства. Вопрос по обезвреживанию, очистке и утилизации химических веществ во всем мире давно уже является серьёзной проблемой. Сегодня эти проблемами обеспокоены многие страны и научная экологическая общественность. В качестве необходимого промежуточного этапа в достижении этой проблемы и для подготовки единого согласованного подхода к регулированию токсических химических веществ на всех уровнях, был разработан Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ).

Данная процедура рассматривается как международная инициатива в области обезвреживания и утилизации химических ядовитых веществ и как элемент устойчивого развития в обществе. Стратегический подход к международному управлению токсических химических веществ дает возможность добиться более достоверной информации по определению экологических аспектов в обеспечении химической безопасности для планирования развития на национальном уровне [1].

Цель данной инициативы по международному регулированию токсических химических веществ предполагает использование химических веществ, которое позволяло бы предотвратить негативное воздействие на здоровье населения и близ расположенных регионов производственного комплекса. Главной целью развития промышленной отрасли является сохранение первозданной чистоты природы. Токсичные промышленные отходы несут как всегда в себе высокую опасность природной среды.

Химические отходы образуются на предприятиях промышленного комплекса. В их составе всегда присутствуют токсичные и ядовитые химические вещества. Для планомерной организации вопроса утилизации обезвреживания промышленных химических отходов на предприятиях сооружают временные полигоны по их хранению отходов в специальных отведенных площадках. Транспортные средства, на котором будут перевозиться промышленные токсичные отходы, должны быть в установленном порядке оснащены в соответствии с возлагаемыми требованиями (герметичность должен быть соблюден) [3].

Как известно, все ядовитые химические отходы относятся к одним из самых токсичных и опасных видов отходов промышленной отрасли. Они из-за накопления и отсутствия соответствующей перерабатываемой технологии этих видов отходов приводят в большом количестве для хранения долгие годы на складах, полигонах и в многочисленных могильниках. Токсичные отходы, которые имеют отношение к химическим предприятиям, представляют собой инертные или химические вещества либо с их различными смесями. Для утилизации этих отходов химического происхождения, необходимо быть крайне осторожным из-за их токсического воздействия на организм человека. Первое требование к химическим отходам – установленная в соответствии герметичная упаковка, и специально отведенное место, где химические токсичные отходы будут временно храниться до передачи их на обезвреживание, утилизацию или переработку. Токсичными выбросами считаются не только продукты промышленной деятельности, но и бытовые предметы, с которыми человек встречается каждодневно. К ним относятся градусники, батарейки, ртутные лампочки, а также посуды, в которых хранились моющие средства. Не зря эти продукты нельзя выбрасывать в общий мусорный контейнер. Перерабатывать данный вид мусора следует проводить отдельно, для чего было создано устойчивое к различным агрессивным химическим соединениям установки со специальными оборудованием.

Для того, чтобы правильно разработать технологию утилизации химических токсичных отходов, нужно знать, к какому классу опасности они относятся. Степень их вредного воздействия на природу и здоровье людей определяет, к какому классу будет принадлежать та или иная категория мусора.

Самые распространенные промышленные токсичные отходы химического происхождения, которые подлежат обязательной утилизации, можно представить следующий список химических отходов:

- лабораторные отходы химического происхождения;
- различного происхождения химикаты;
- кислоты, щелочи, смеси химических веществ;
- неиспользуемые, запрещенные к использованию пестициды и яды сельскохозяйственных предприятий;
- химические отходы, содержащие нефть и нефтепродукты;
- галогеновые отходы химических предприятий;
- отходы предприятий с высокой степенью опасности;
- пиротехнические материалы.

В настоящее время существующие современные оборудование позволяют утилизировать химические и ядовитые отходы быстро и безопасно для окружающей природной среды.

Однако, разнообразие химических составов и агрегатных состояний химических отходов не позволяет дать однозначную инструкцию утилизации этих веществ после выделения в производственных предприятиях, окончания их сроков службы, пригодности к использованию в быту, после процессов, в которых они были задействованы. Прежде, чем начать процесс утилизации опасных химических отходов надо вначале определить их класс опасности, который определить дальнейшие пути по обращению к химическим опасным веществам - отходам.

Опасные отходы химической и других отраслей промышленности для уменьшения их объемов в специально отведенных могильниках и полигонах надо постепенно целесообразно направлять их на переработку, исходя из их химического состава, с целью получения из них полезных веществ и материалов для использования в отраслях экономики. Это даст возможности к улучшению состояния окружающей среды, к экономии первичных сырьевых ресурсов, к получению дополнительных прибылей за счёт использования дешёвого сырья (отхода).

Как известно, что химические процессы применяются во многих сферах промышленности. Именно эти технологические процессы становятся первым источником образования опасных веществ, которые подлежат необходимой утилизации по снижению их отрицательного влияния в окружающую среду. Главные особенности таких отходов следующие:

- достаточно высокая химическая активность и возможность реакции с воздухом и водой окружающей среды;
- загрязнение грунтов и почвенных вод на долгие годы при выбросе в окружающую среду;
- влияние на все живые организмы, включая человека, летальный исход при контакте с химическими выбросами;
- испарения в атмосфере, заражение воздуха, создание неприятных запахов на близлежащих населенных пунктах промышленных регионов.

Попадание таких выбросов в окружающую природную среду недопустимо. Это приведет к печальным экологическим катастрофам. Для этого необходимо подготовить методы и технологии по утилизации токсичных и опасных химических отходов с целью снижения их отрицательного воздействия на окружающую среду. В настоящее время существуют несколько методов переработки химических токсических отходов, к которым относится методы нейтрализации, хлорирование с окислением, алкоголиз, термический метод, метод дистилляции, а также биологический метод [2, 6].

Чтобы утилизировать опасные химические компоненты, нужно всегда соблюдать специальные инструкции правила безопасности, с целью сохранения здоровья окружающих. Перед утилизацией определяется степень токсичности выбросов, так как для каждого отхода создаются свои условия хранения и уничтожения. Перевозка и хранение должны осуществляться в специальных контейнерах, внутреннее покрытие которых не поддается влиянию щелочи и кислот.

Жидкое сырье превращают в твердую массу и вместе с твердыми отходами хранят на полигонах. На заводах есть специальные печи для сжигания мусора. Промышленность невозможна без образования токсических выбросов. Но можно минимизировать вредное влияние на флору и фауну и предотвратить биологическую катастрофу. Для этого нужно правильно утилизировать, хранить ядовитые отбросы и препятствовать их попаданию в воду или почву.

В промышленных предприятиях неизбежно образуются большое количество отходов. Если отработанная продукция оказывается ядовитой и потенциально опасной для человека, необходима ее качественная переработка. Утилизация ядовитых отходов – востребованная услуга для промышленных предприятий.

Нами также изучен процесс термической деструкции ядохимикатов в герметичных печах в отсутствии кислорода воздуха с целью исключения возможности образования более токсичных веществ как, диоксины и диоксиноподобных веществ, а также исследованы составы и свойства образующихся продуктов разложения.

В отличие от опубликованных технологий в нашей работе предложена новая технология, по которой образующиеся газообразные продукты термической деструкции ядохимикатов нейтрализуются перед выбросом в атмосферу, что исключает возможность

загрязнения последней соединениями типа фурана, диоксида, хлоридов, полиядерных ароматических углеводородов и др.

В технологической схеме по утилизации химических отходов по термической переработки токсических отходов, который состоит из пиролизной печи, снабженный с блоком фильтрации образующихся отходящих газов. При этом, газоход, размещененный перпендикулярно к стенке камеры дожигания, выполнен в виде щелевого рекуператора типа «труба в трубе». Один конец внутренней трубы, который свободно входит в камеру дожигания печи в верхней части ее стенки, другой – сообщен с камерой нейтрализации вредных и токсичных компонентов отходящей пирогазовой смеси.

Размещение камеры дожигания продуктов неполного горения, выносимых с газом из камеры сгорания, обеспечивает оптимальные условия для дожигания. Газ, выходящий из камеры сжигания, проходит через отверстие и попадает в камеру дожигания, диаметр которой значительно больше диаметра отверстия. При этом скорость газа падает, и продукты неполного горения попадают в зону действия факела горелки, размещенной в стенке камеры дожигания, и дожигаются до окислов высшей валентности и паров воды.

Газоход установлен перпендикулярно к стенке камеры дожигания, который снижает скорость газового потока, а выполнение его в виде рекуператора позволяет подогреть воздух, используемый далее в качестве окислителя, до температуры отходящего газа до 700-750 °С.. При подаче щелочноземельных реагентов в камеру нейтрализации, позволит перевести окислы серы, фосфора, азота и пары соляной кислоты в безвредные минеральные соли - CaSO<sub>4</sub>, Ca(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>.

Термическая деструкция при 800 °С в течении 6 часов дает положительные результаты. Во избежание спекания органических веществ ядохимикаты загружались в пиролитический реактор в количестве 200г в смеси с 200г нейтральных, фарфоровых шариков предварительно прокаленных в муфельной печи при 600 °С в течение 2 часов.

Цельюработы было достижение полной деструкции органических молекул. Из-за отсутствия кислорода в продуктах разложения образовалась сажа. Выходтвердой части определяли методом простого взвешивания остатка.

С отнятием массы совместно с сырьем загруженных фарфоровых шариков определяли массу кубового остатка – твердого остатка – кокса. Массу жидкой части определяли методом простого взвешивания конденсата. Массу образованной газообразной части определяли методом взвешивания нейтрализатора – поглотителя кислых компонентов.

Таким образом, в результате пиролитического разложения образуются пирогаз, пироконденсат и пирокарбон, которые могут использоваться в дальнейшем в зависимости от химического состава этих продуктов разложения. Данная технология была применена для пиролитического разложения невостребованных сельскохозяйственных химикатов.

#### Литература

1. Мусаев М. Н., Рахматова Д. М. Проблема обеспечения безопасности обезвреживания и утилизации аварийно опасных ядовитых химических отходов. Сб. Материалов III Международной заочной конференции «Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций», 2019 г., С. 168-170.
2. Мусаев М. Н. Саноат чикиндиларини тозалаш технологияси асослари. Учебник, 2011. 500 с.
3. Астанина Л. Экологическая безопасность и гражданская инициатива № 10. С. 13–16.
4. Демина Т. Я., Шаяхметова Л. Р. К проблеме утилизации отходов химических технологий на примере производства хлорорганических соединений // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 10–2. С. 10–13.
5. Химические отходы. <http://www.musor1.ru/articles/himicheskie-othody/> (дата обращения: 15.05.2015).
6. Алимкулов С. О., Алматова У. И., Эгамбердиев И. Б Отходы — глобальная экологическая проблема. Современные методы утилизации отходов // Молодой ученый. 2014. № 21. С. 66–70.

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан

M. N. Musaev, D. M. Rakhmatova

## RESEARCH ON THE SAFETY OF TOXIC AND CHEMICAL WASTE DISPOSAL

This article discusses research on safety and methods of disposal of chemical and toxic substances. Chemical and toxic wastes are among the most dangerous for humans and the natural environment in General. Disposal of toxic waste must be carried out in strict accordance with all safety requirements. Processing by incorrect methods or means can lead to the infection of entire territories, and in the future, to the fatal defeat of living creatures and humans

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

УДК 59.41.71

А. А. Ковтун, А. Д. Мехтиев

## СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

В данной статье авторы предлагают к рассмотрению пассивную систему охраны периметра, основанную на использовании оптического волокна, используемого в коммуникационных системах передачи информации. Принцип измерения основан на контроле величины дополнительных потерь на рассеяние при механическом воздействии, измеряемое в дБ. В статье проанализированы существующие системы. Приведены результаты лабораторных исследований образца системы охраны с картинками дифракционных световых пятен, которые могут изменяться в зависимости от различных видов вибрационного и механического воздействия на волоконно-оптический сенсор

Обеспечение охраны объектов ограниченного доступа и особых объектов государственного значения или просто границ любой территории, которые занимают значительные площади от несанкционированного доступа, требует больших затрат и сложных коммуникации для построения системы охраны и мониторинга периметра, это обстоятельство существенно повышает стоимость систем охраны. Сегодня разработано множество систем охраны разного технического уровня и стоимости, основанные на различных принципах: инфракрасные, виброакустические, магнитометрические, емкостные, сейсмические и другие типы систем [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Всем перечисленным системам охраны характерны значительное электропотребление и затухание сигнала, напрямую зависящие от протяженности сенсоров. Можно отметить определенный уровень электромагнитного излучения в окружающее пространство, что позволяет легко их обнаруживать и подавлять средствами борьбы. Современные требования к скрытности систем охраны, способности работать на значительной протяженности охраняемого периметра и эффективности работы, предъявляемые к системам охраны, заставляют ученых и инженеров искать пути решения существующих проблем. В первую очередь необходимо снижать стоимость самих систем, а также их энергопотребление. Важным моментом является повышение помехозащищенности каналов связи и сенсоров, также можно отметить ежегодную тенденцию снижения стоимости производства оптических волокон; его стоимость на международном рынке составляет около 9 долларов США за 1 км, что многократно дешевле электрических кабелей с медными жилами. Низкое затухание оптического сигнала в волокне позволяет построить охранные системы распределенного типа протяженностью до 50 - 80 км, а в перспективе развития волоконной оптической техники и технологий - более 100 км. С учетом вышесказанного разработка системы охраны периметров на основе волоконно-оптических сенсоров является весьма актуальной.

Основные положения, а также преимущества и недостатки указанных систем сформулированы нами в [9, 10, 11]. Как сказано ранее, основная идея основана на использовании оптического волокна, предназначенного для передачи информации в качестве

чувствительного сенсора, способного идентифицировать механические воздействия. Принцип измерения основан на контроле величины дополнительных потерь на рассеяние при механическом воздействии, измеряемое в дБ. При механическом воздействии на оптическое волокно (ОВ) изменяются показатели рассеяния энергии моды световой электромагнитной волны, проходящей по оптическому волокну. Оптическое волокно способно реагировать на вибрационное воздействие в широком диапазоне частот. При этом любое механическое воздействие на волоконно-оптический сенсор проявляется как эффект фотоупругости, и возникают изменения свойства света, проходящего через него, соответственно изменяется интенсивность его волны, падающей на поверхность фотоприемника. Механическое воздействие, даже незначительное, приводит к изменению фазы проходящей световой волны из-за изменения показателей преломления между сердцевиной и оболочкой оптического волокна. Системы охраны периметров на основе волоконно-оптического сенсора имеют относительно простую конструкцию, с одной стороны оптического волокна располагается источник света (полупроводниковый лазер), с другой фотоприемник, фиксирующий изменения свойств проходящей световой волны. Все полученные измерения в виде измененного оптического сигнала обрабатываются микропроцессорным устройством, после чего возможна идентификация воздействий и определение расстояния до точки предполагаемого нарушения охраняемого периметра. По данным направлениям проведена значительная работа, выполнен ряд экспериментов и получены оригинальные результаты. При помощи оптического волокна можно измерять множество электрических и неэлектрических параметров параллельно, с достаточно высокой точностью [1, 2, 10]. На оптическое волокно не действуют электромагнитные помехи. Поэтому использование оптических волокон для построения пассивных систем охраны периметров и рубежей различных объектов - это весьма перспективное направление.

Литературный анализ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] показал, что первый обнаруженный нами патент по охранным системам данного типа был зарегистрирован в США в 1977 году. Это стало основой последующих разработок. Основой является источник излучения, волоконно-оптический сенсор, фотоприемник и устройство обработки данных. Можно выделить ряд успешных разработок и лидеров в данной области, которые уже несколько десятков лет присутствуют на рынке, например, Future Fibre Technologies (FFT) (Австралия); Remsdaq (Англия); TRANS Security Systems and Technology (TSS) (Израиль); Fiber SenSys (США); Magal (Израиль); Senstar-Stellar (Канада). Имеются производители, которые только выходят на рынок, в основном из стран бывшего СССР, например, НПО «Прикладная радиофизика» охранная система «Ворон» (Россия); «Дунай» (Россия); «Гюрза» (Россия). Отдельно можно отметить успехи разработчиков Yangtze Optical Fiber and Cable Company Ltd из Китая [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Естественно, каждый производитель использует свои научные наработки, методы и средства. Однако, данные разработки недостаточно освещены в открытой печати, а некоторые даже засекречены, поэтому анализ информации из доступных источников позволяет сделать вывод, что между различными системами охраны есть ряд определенных сходств, объединяющих их в несколько групп. Одна из групп использует метод регистрации вибрационного воздействия на волоконно-оптический кабель, например, метод регистрации межмодовой интерференции Fiber SenSys. Другая группа использует принцип двухлучевой интерферометрии FOIDS (изготовитель фирма Mason & Hanger, США). Имеется еще одна группа охранных систем, использующая в своей основе эффект решёток Брегга и вызванное ими отражением света или рассеянием, которое улавливается чувствительным фотоприемником. На схожем принципе работают охранные системы, берущие за основу оптический рефлектометр [9, 10, 11]. Есть и более общие характерные сходства, это использование принципа оптического интерферометра. Несмотря на определенные успехи представленных выше разработчиков, есть и ряд общих проблем, которые ограничивают возможности применения волоконно-оптических систем охраны и ведут к их серьезному удорожанию. К примеру, использование принципов оптического интерферометра вызывает

ряд проблем при возникновении помех из-за температурных воздействий на оптическое волокно, ведущих к изменению его линейных размеров при повышении или снижении температуры в течении суток. Целью является разработка собственных конструкций волоконно-оптических систем охраны периметров, имеющих меньшую стоимость по сравнению с аналогами, что позволит расширить их применение.

Как сказано ранее, в основном все охранные системы на основе оптических волокон (ОВ) имеют три одинаковые базовые части. В качестве источника света, как правило, используется полупроводниковый лазер, но возможно использование полупроводникового диода. Чувствительным сенсором является одномодовое или многомодовое волокно, первое пригодно для протяженных участков более одного километра, а второе более подходит для дистанций менее одного километра. Встречаются также их комбинации, когда многомодовое волокно используется в качестве сенсора, а одномодовое как направляющая передачи данных. Например, Fiber SenSys использует данную компоновку с размещением волоконно-оптического сенсора на сетчатом ограждении. Есть другой вариант, когда сенсор может располагаться в грунте на небольшой глубине примерно 5-8 см, такую компоновку использует Remsdaq (Англия). Также возможны комбинации с размещением сенсора на ограждении и в грунте одновременно. Волоконно-оптическая система охраны может сочетаться с другими видами оповещения о вторжении в охраняемую зону, например, с видеонаблюдением. Можно отметить высокую добавленную стоимость волоконно-оптических систем охраны периметра, к примеру, охранная система «ВОРОН» (Россия). Периметр объекта разбивается на участки (зоны) охраны протяженностью 250 или 500 м. Используется одинарный или двойной проход кабеля-датчика по заграждению, но все это влияет на стоимость. Ориентировочная стоимость одного погонного метра системы охраны на основе технологии «ВОРОН™» (без учета стоимости оптического кабеля связи), примерно от 4000 до 9000 тенге за метр, для периметра в 1-2 км и 5-30 км соответственно. Таким образом оборудование будет обходиться дешевле при более протяженном участке охраны. Если учесть стоимость системы охраны «ВОРОН™» с волоконно-оптическими кабелями связи, то ее стоимость для периметра протяженностью 20 км будет составлять в пределах 80 млн тенге, а для 30 км уже около 100 млн тенге, без стоимости монтажа и других накладных расходов. Стоимость системы растет с увеличение ее протяженности. Продукция ведущего мирового производителя Fiber SenSys (США) стоит более чем в два раза дороже. Данные производители используют в качестве сенсоров многомодовое оптическое волокно, а для направляющей системы связи одномодовое, но для снижения стоимости необходим полный переход к одномодовым оптическим волокнам. Такие системы целесообразны, когда используется только одномодовое волокно, но есть ряд технических нерешенных проблем, которые снижают их эффективность и повышают стоимость оборудования.

Теоретическая основа работы волоконно-оптических систем охраны данного типа давно известна и представляет классическую теорию оптического интерферометра. Обзор литературы показал, что волоконно-оптические охранные системы можно условно разделить на три основные группы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Первая, основанная на использовании метода микронапряжений механического воздействии на оптическое волокно, для этого будут использоваться два оптических волокна, по которым проходит луч лазера. Вторая система основана на использовании классического интерферометра Маха-Цандера. Сенсор имеет уже три оптических волокна. Два волокна используются как чувствительные элементы, по ним подается лазерный луч, работающий в непрерывном режиме, а третье (выходное) волокно служит для передачи сигналов на анализатор системы от оконечного оптического модуля. Третья система основана на использовании метода когерентной оптической рефлектометрии с временным разрешением. Эффективность системы существенно повышается, если в волокне специально создаются регулярные неоднородности показателя преломления с пространственным периодом, сравнимым с длиной волны лазерного излучения. Для этого необходимо сформировать условия Брэгговского рассеяния. Данный метод позволит

определить место вторжения на основании расчета времени задержки отраженного сигнала с возможностью установления точного место вторжения с погрешностью до 10 метров.

Нами разработана собственная конструкция системы охраны периметров на основе волоконно-оптических сенсоров, которая имеет несколько иной принцип работы и обработки сигнала, отличающаяся от рассмотренных ранее. В настоящее время не решена в полном объеме задача использования одномодовых волокон в качестве сенсоров и направляющих систем одновременно. Решение этой задачи позволило бы в первую очередь снизить стоимость системы охраны примерно в 2 раза, а при серийном производстве возможно и более. Для реализации этой задачи используется источник света, одномодовое оптическое волокно типа G 652 и фотоприемное устройство с программным обеспечением для обработки данных, также необходима прокладка не менее двух волоконно-оптических световодов подземным способом на глубину около 7-10 см вдоль охраняемого периметра. Световоды должны быть прикреплены к пластиковой сетке для повышения точности и чувствительности работы системы. Корреляционная обработка сигналов от двух волоконно-оптических кабелей позволяет отфильтровать сигналы помех (шум дождя, транспорта и т.п.) и выделить на их фоне сигналы реального вторжения. Данную систему можно использовать для охраны периметров и контроля волоконно-оптических кабелей связи от несанкционированного доступа. Возможна конфигурация системы с использованием замкнутой петли, когда оба конца подключаются к электронным блокам. Программное обеспечение позволяет автоматически вносить корректировки, связанные с изменением температуры для повышения помехозащищенности каналов связи. При обрыве сенсора система переходит в режим работы с двумя отдельными лучами, это позволяет установить участок с обрывом сенсора. При лабораторных исследованиях и обработке результатов, проведённых ранее [9, 10, 11, 12], были получены графики зависимости значения потерь оптического волокна с длиной волны 1310 и 1550 нм при пошаговом увеличении давления при проведении испытаний, которые представлены на рис. 1 и 2, волоконно-оптические сенсоры имеют достаточно хорошую линейность. Переход на световой диапазон длиной волны 1310 и 1550 нм позволит сократить величину затухания сигнала и создать систему охраны периметра распределенного типа с протяженностью до 100 км.

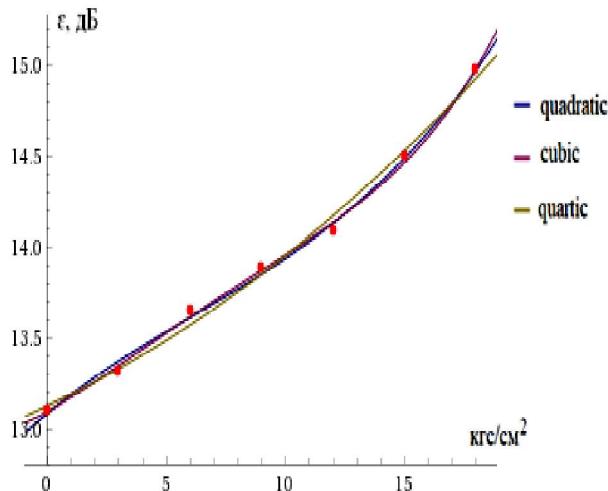


Рис. 1. Значение потерь оптического волокна с длиной волны 1310 нм при пошаговом увеличении давления на изгиб

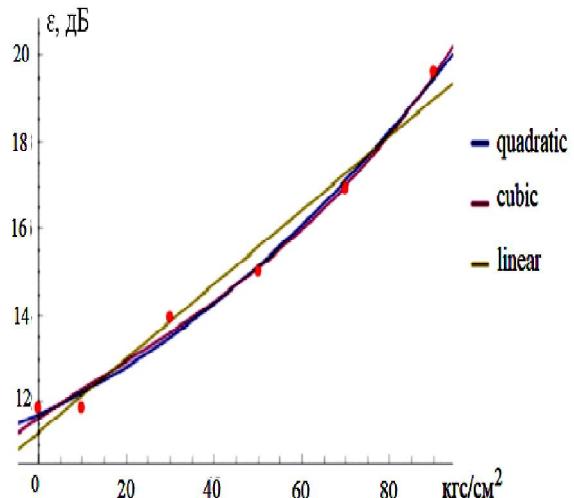


Рис. 2. Значение потерь оптического волокна с длиной волны 1550 нм при пошаговом увеличении давления на изгиб

При этом функционирование сохраняется на всем периметре. В качестве чувствительных элементов используются отдельные жилы стандартных волоконных коммуникационных кабелей с оптическими потерями примерно 0,22-0,3 дБ/км на длине волны 1550 нм и 0,5-0,6 дБ/км при длине волны 1310 нм. Рассмотрев основные схемы

построения волоконно-оптических систем охраны [1, 2, 3], мы разработали собственную схему волоконно-оптической системы охраны. Для дальнейшей работы нами был разработан лабораторный стенд «Волоконно-оптических систем охраны периметров на основе изменения свойств света и контроля дополнительных потерь в ОВ» (рис. 3), на котором проводились исследования изменения свойств света, проходящего по оптическому волокну при механическом воздействии на него. В качестве чувствительного сенсора использовалось кварцевое одномодовое оптическое волокно 9/125 мкм (OS2) Corning SMF-28e+® с низким "водным пиком" (стандарт ITU-T G.652.D). Лабораторный стенд имеет четыре зоны с волоконно-оптическими сенсорами идентификации различного рода вторжений. Можно назвать данную систему комбинированной, так как два сенсора расположены на сетчатом ограждении (забор), а два - на пластиковой сетке для подземного размещения на глубине до 6 сантиметров. Сенсоры подключены к кабелям связи через оптические коннекторы. Кабели связи передают излучение от источника света, которым является полупроводниковый лазер мощностью 30 мВт. Лазер может работать в импульсном или постоянном режиме излучения, в нашем случае свет подаётся постоянно. Для разделения луча на равные части используется оптический разветвитель. После прохождения света по сенсору и кабелю связи свет поступает на фотоприемник каждого из четырех каналов. В качестве фотоприемника используется вебкамера, по одной на каждый канал. Любые механические и вибрационные воздействия на наружное ограждение или подземный сенсор приводят к изменению дифракционного пятна, подающегося на телевизионную матрицу. Как показано на рис. 3, все четыре световых пятна отображаются на экране компьютера одновременно.

Разработанное программное обеспечение позволяет распознавать характер изменения дифракционного пятна света и идентифицировать механическое воздействие. Программа сравнивает изменения картинки пятен с уже имеющимися в базе данными и выдает в случае изменения картинки пятна сигнал тревоги в одной из зон или сразу в нескольких, если воздействие было сразу на несколько сенсоров. Проведенные опыты показали, что в импульсном режиме работы источника излучения использование в качестве сенсора многомодового волокна имеет более высокую помехозащищенность при изменениях температуры, чем одномодовое волокно. Для точного определения места вторжения в охраняемый периметр используется технология когерентной оптической рефлектометрии.

Собранный библиотека пятен позволяет при помощи компьютерной программы сравнивать образы световых пятен с оригиналом и фиксировать их изменения и при соответствующем его изменении. При изменении светового пятна программа принимает решение о выдаче сигнала тревоги, но сначала оценивает его для исключения ложного срабатывания. В данном случае получается более простая система оценки помех. Ее отличием является то, что в качестве фотоприемника используется телевизионная матрица, на которую подается световое пятно, приходящее от сенсора. Соответственно, изображение пятна передается на персональный компьютер, где при помощи программного обеспечения ведется его обработка. При воздействии на волокно изменяется апертура проходящего света, изменяется дифракционная картина, которую фиксирует чувствительная к таким изменениям матрица.

Волоконно-оптический сенсор обладает довольно высокой чувствительностью и изменяется при любом вибрационном воздействии в диапазоне частот от 1 Гц до 200 кГц, а также при прямом контакте с сенсором в случае возникновения микроизгиба. Опыты показали, что система охраны четко реагирует по всем четырем зонам, как при отдельном воздействии на сенсор или при одновременном воздействии на несколько сенсоров. Ложные срабатывания исключаются за счет обработки сигнала с помощью программного обеспечения с обязательной температурной коррекцией. Для наглядности наблюдений изменения световых пятен использовали видимый диапазон лазерного излучения 650 нм, но были проведены опыты и с невидимым диапазоном излучения, используемого в

телекоммуникации 1310 и 1550 нм, данный диапазон обеспечивает значительную удаленность сенсоров, в пределах 10 - 50 км от места дислокации пульта оператора.

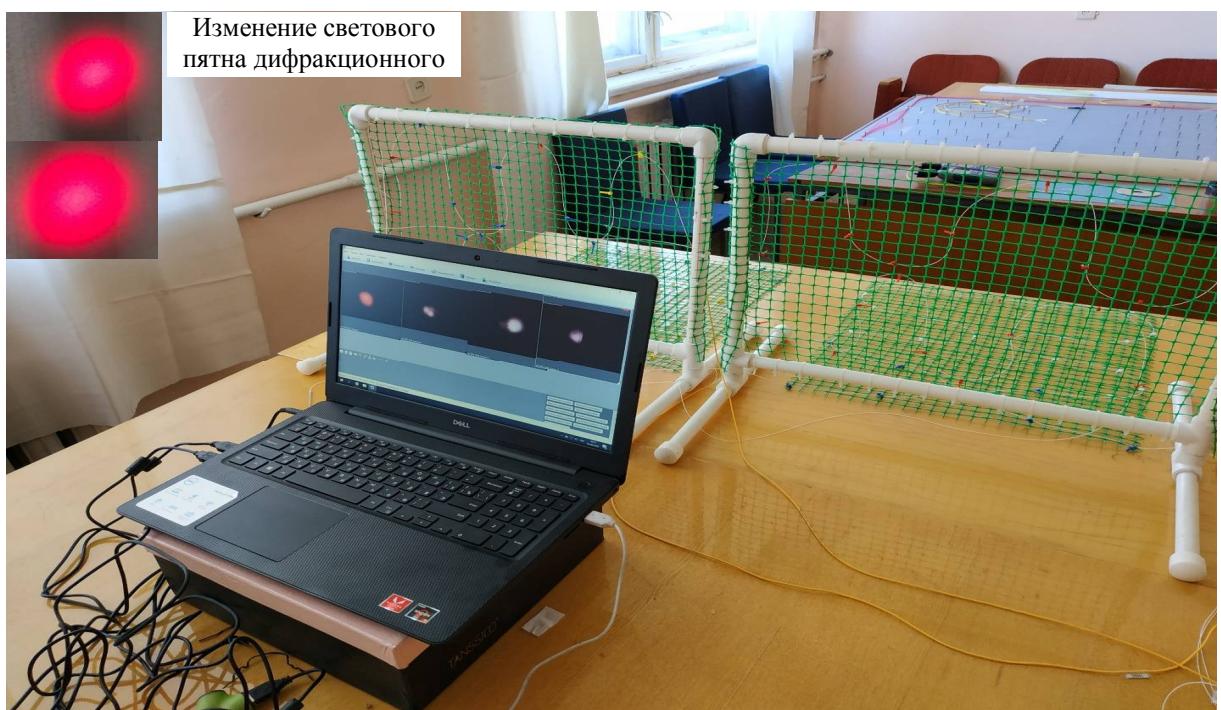


Рис. 3. Лабораторный стенд

**Выводы.** Для создания волоконно-оптических систем охраны распределенного типа протяженностью до 100 км необходимо использование одномодовых оптических волокон в качестве сенсоров и направляющих систем связи одновременно. Диапазон длин световых волн должен быть равен 1310 нм и 1550 нм, что обеспечивает минимальное затухание сигнала. При длине оптического сенсора из одномодового волокна более 1 км необходимо учитывать температурные помехи, которые приводят к начальному сдвигу фазы и ложному срабатыванию, для исключения негативного влияния внешней температуры на волоконно-оптический сенсор необходимо использовать аппаратно-программный комплекс, позволяющий выполнять многофакторную обработку световых пятен падающих на поверхность фотоприемника и при соответствующем анализе выдавать сигнал тревоги. При подземном расположении волоконно-оптических сенсоров можно добиться высокой скрытности и трудности обнаружения, так как сенсоры невосприимчивы к электромагнитным и радиочастотным помехам. При развитии технологии когерентной оптической рефлектометрии с временным разрешением и использованием одномодового волокна в качестве сенсора и направляющей системы связи, необходимо создание эффективных методов защиты от помех и температурной коррекции. Бронирование кабеля обеспечивает возможность организации весьма протяженных зон охраны (до 60...100 км) при точности обнаружения вторжения до нескольких метров. При открытой прокладке волоконно-оптических сенсоров на ограждениях необходимо бронирование кабеля для предотвращения его умышленного повреждения.

#### Литература

1. Juarez J.C. and Taylor H.F. Field test of a distributed fiber-optic intrusion sensor system for long perimeters // Applied Optics. – 2007. – Vol.46, No.11. – P. 1968–1971.
2. Shih-Chu Huang and Hermann Lin Counting signal processing and counting level normalization techniques of polarization-insensitive fiber-optic Michelson interferometric sensors // Applied Optics. – 2006.– Vol.45, No.35. – P. 8832–8838.

3. Мархакшинов А. Л., Спектор А. А. Оценивание траектории движения человека на локальном участке в сейсмической системе охраны // Сборник научных трудов НГТУ. – 2010. – № 1 (59). – С. 59-64.
4. Соколова Д. О. Непараметрическое обнаружение сейсмоактивных объектов с непрерывным воздействием на грунт / Д. О. Соколова, А. А. Спектор // Научный вестник НГТУ. – 2012. – № 4. – С. 20-28.
5. Numerical and Experimental Studies for a High Pressure Photonic Crystal Fiber Based Sensor Juliano G. Hayashi, Cristiano M. B. Cordeiro, Marcos A. R. Franco, and Francisco Sircilli Citation: AIP Conference Proceedings 1055, 133 (2008); doi: 10.1063/1.3002521 View online: <https://doi.org/10.1063/1.3002521>
6. Frantisek Urban. Design of a Pressure Sensor Based on Optical Fiber Bragg Grating Lateral Deformation, Sensors. – 2010. – № 10. – Р.11212-11225.
7. Введенский Б.С. Волоконно-оптические сенсоры в системах охраны периметра // Мир и безопасность. – 2006. – № 4.
8. Polyakov A. V., Ksenofontov M. A. Frequency fiber-optical alarm system // International Conference on Laser, Applications and Technologies (LAT-2007), Minsk, 28 May–1 June 2007. – Minsk, 2007. – Р. 93.
9. Мархакшинов А. Л. Оценивание характеристик движения человека в сейсмической системе охраны // Материалы всероссийской научной студенческой конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации». Новосибирск. – 2009. – Ч. 2. – С. 111-112.
10. Yurchenko A. V., Mekhtiev A. D., Gorlov N. I., Kovtun A. A., Research of the Additional Losses Occurring in Optical Fiber at its Multiple Bends in the Range Waves 1310nm, 1550nm and 1625nm Long // Journal of Physics: Conference Series 671 (2016) 012001.
11. Yurchenko A., Mekhtiev A., Alkina A., Bulatbayev F., Neshina E. The Questions of Development of Fiberoptic Sensors for Measuring Pressure with Improved Metrological and Operational Characteristics VII Scientific Conference with International Participation “Information-Measuring Equipment and Technologies” (IME&T 2016), MATEC Web of Conferences 79, 01085 DOI: 10.1051/01085/matecconf/201679001085.
12. Yurchenko A., Mekhtiev A., Neshina Y., Alkina A., Yugai V. Passive Perimeter Security Systems Based On Optical Fibers Of G 652 Standard / Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT, Volume 7, Issue 1, 2019, Pages 31-36.
13. Mekhtiev A.D., Bulatbaev F.N., Neshina E.G., Al'kina A.D. The Model of a Fiber-Optic Sensor for Monitoring Mechanical Stresses in Mine Workings. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2018, Vol. 54, No. 7, pp. 528–533. © Pleiades Publishing, Ltd., 2018.

Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, г. Алматы, Республика Казахстан

A. A. Kovtun, A. D. Mekhtiyev

## PERIMETER SECURITY SYSTEMS BASED ON FIBER-OPTIC SENSORS

In this article, the authors propose to consider a passive perimeter security system based on the use of optical fiber used in communication systems of information transmission. The measurement principle is based on the control of the value of additional scattering losses under mechanical action, measured in dB. The article analyzes the existing systems. The results of laboratory studies of a sample of the security system with pictures of diffraction light spots, which can vary depending on different types of vibration and mechanical action on the fiber-optic sensor, are presented.

Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications, Almaty, Republic of Kazakhstan

УДК 66.022

Л. В. Ожогина, О. В. Горожанкина, И. М. Винокурова

## К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В статье приведены характеристики гальванического восстановления деталей железнением и хромированием, указаны методы, уменьшающие вред гальванического производства

Нанесение слоя металла на поверхность деталей методом электроосаждения из водных растворов солей металлов занимает ведущее место среди технологических процессов получения металлических покрытий для локального восстановления изношенных мест на деталях.

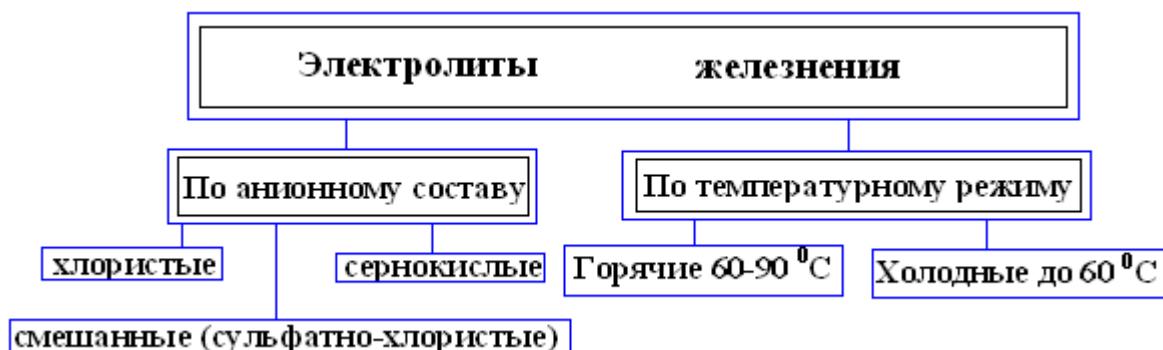
Наибольшее распространение в промышленности получил метод использования наращивания на поверхность изношенных деталей покрытия из солей, включающих твердое электролитическое железо (железнение или остатливание). Технологический процесс с применением покрытий на основе Фетехнологически доступен, так как апробирован и отложен, а также требует для компонентов использования недефицитных материалов, что, соответственно, позволяет производству при небольших затратах и в минимальные сроки восстанавливать изношенные детали [4].

Осажденный на катоде Fe при электрохимическом процессе позволяет получить на поверхности и в объеме покрытия мелкокристаллическую структуру сискаженной кристаллической решеткой из-за внутренних напряжений и присутствия водорода. Покрытие такого типа позволяет за счет искажения достичь необходимых изменений для показателей, а именно, повысить твердость покрытия, понизить его вязкость, и ввести корректировки для внутренних растягивающих напряжений.

Области применения гальванического железнения весьма широки, но основным назначением процесса является восстановление размеров изношенных стальных деталей. Способ восстановления размеров особенно целесообразен по сравнению с другими, в частности по сравнению с хромированием, так как скорость наращивания железа достигает 0,40-0,50 мм/ч на диаметр, а толщина слоя может доходить до 3-5 мм. Полученный слой железа можно шлифовать, цементировать или хромировать. Большое значение имеет и экономичность процесса. Стоимость химикатов для железнения ничтожна, а удельный расход электроэнергии приблизительно в 6-7 раз ниже, чем при аналогичных процессах хромирования. Немаловажным фактором является то, что состав электролитов для железнения гораздо более экологичен, безопасен и менее вреден, чем состав электролита для хромирования.

Процесс железнение широко используется при восстановлении деталей износ которых составляет от нескольких микрометров до 1,5 мм. Следующим показателем, который дает приоритет данного процесса является то, что его производительности гораздо выше, чем производительность процесса хромирования ( $\approx 10$  раз). Данный процесс позволяет достигнуть скорости осаждения на поверхности  $0,70 \div 1$  мкм/с, и увеличить выход металла по току до 80-95 %.

Рассматривая электролиты применяемого технологического процесса, можно классифицировать их по следующим параметрическим показателям (рисунок)



Анализ применения электролитов дает возможность при сравнении отметить, что сернокислые электролиты в сравнении с хлористыми менее агрессивны для окружающей среды и стабильны при возможных процессах окисления. Однако хлористые электролиты [5] отличаются производительностью и соответственно качеством покрытия.

При применении горячих электролитов (рис. 1) возникают дополнительные расходы энергии на подогрев рабочего объема электролита, усиленную вентиляцию и на другие сопутствующие технологические операции.

Остановимся подробнее на сравнении электролитов по температурному режиму. Процессы, протекающие в холодных электролитах, за счет способности быть устойчивым к окислению, позволяют достигать в покрытиях лучших показателей механических свойств. Повышение увеличения показателей гладкости поверхности покрытия и его толщины с хорошим сцеплением в холодных электролитах достигается добавлением хлористого марганца, который замедляет образование дендритов и имеет длительную рабочую способность.

Сравнивая техническое оснащение железнения и хромирования, можно увидеть, что при всей схожести железнение предполагает наличие специальной ванны. Рассматривая процессы электрохимического осаждения, отмечаем, что электролиты отличаются высокой химической активностью кислого раствора хлористого железа, склонны к сильному испарению, так как протекают при высоких температурах, то сопутствующими стадиями являются выделение вредных газов. Поэтому необходимо при проектировании гальванизации рассчитывать стойкость материала на данный вид оборудования, чтобы он выдерживал высокую химическую стойкость при температурах 70...90 °C, и имел соответствующие мощностям процесса нагревательные и вентиляционные устройства.

Имеются способы нанесения покрытий железа и хрома без термического воздействия, но ими возможно получить только 0,3 – 0,4 мм толщины покрытия на сторону, в то время, как износ большинства крупногабаритных деталей составляет 1,5 мм на сторону с учетом припуска.

Перспективными для восстановления и упрочнения деталей могут быть гальваномеханические покрытия повышенной толщины, получаемые с применением выглаживающего инструмента. Такие покрытия, полученные при условии послойного упрочнения выглаживающим инструментом, имеют лучший комплекс свойств, таких, как: повышенная микротвердость, устойчивостью к износу и коррозии, гладкость. Нанесение покрытий протекает с более высокой по сравнению с обычным железнением скоростью, и такая технология позволяет сократить время и количество технологических операций, в том числе экологически небезопасных на стадиях подготовки поверхности и дополнительной отделки.

Железнение с применением специального выглаживающего инструмента производится при небольших температурах (40 – 50 °C). Такой режим позволяет предотвратить коробление и поводку деталей, получить достаточную толщину (1,5 ÷ 1,8 мм) и микротвёрдость (600 ÷ 650 HV), а также низкую шероховатость (Ra 1,25 ÷ 2,5 мкм).

Данная технология достаточно экономически эффективна, так как предполагает невысокие материальные и энергетические затраты и быструю окупаемость за счет применения экологически приемлемого недорогого электролита хлористого железа. Покрытие, полученное с применением такой технологии, содержит незначительное количество вредных примесей, меньшее, чем при обычном режиме получения покрытия, а также имеет достаточно хорошую прочность сцепления (200÷250 МПа). Применение специального выглаживающего инструмента уменьшает содержание окислов и вредных примесей (водорода до 0,0043 %, серы до 0,0021 %), что позволяет получать более плотные однородные железные покрытия повышенной толщины (1,5 ÷ 1,8 мм) [1-3].

#### Литература

1. Горожанкина О. В. Современные технологии толстослойного восстановления крупногабаритных деталей методом гальваномеханического остиливания / О.В. Горожанкина, И. М. Винокурова, С. О. Ломтев// Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения. Тр. науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов 2013, вып. 15, с. 52-58

2. Горожанкина О. В. Влияние механического воздействия в процессе осаждения на состав и структуру толстослойных электрогальваномеханических покрытий железа // Вестник Воронежского государственного технического университета -. 2016. – Т. 12. - № 5. - С. 4-9

3. Копылов Ю. Р. Особенности нанесения толстослойных электротермомеханических покрытий на среднеуглеродистые стали 30 и 38ХН3МА  
Peculiarities of heavy electro-mechanical plating on medium carbon steel 30 and 38 ChN3MA /Ю.Р.  
Копылов, А.А. Жирков, О.В. Горожанкина // Журнал «MATEC Web of Conferences», 129, 02004 (2017) DOI:  
10.1051/matecconf/201712902004
4. Электролитическое осаждение железа. Под ред Г. Н. Зайдмана. / Ю. Н. Петров, Г. В. Гурьянов, Ж. И. Бобанова, С. П. Сидельникова, Л. Н. Андреева. Кишинев: Штиинца, 1990. С. 194.
5. Мелков М. П. Электролитическое наращивание деталей машин твердым железом / М.П. Мелков. Саратов: Приволжское книжное изд., 1964. С. 204.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

L. V. Ozhogina, O.V. Gorozhankina, I. M. Vinokurova

## TO THE QUESTION OF IMPROVING THE ENVIRONMENTALITY OF GALVANIC RESTORATION OF PARTS

The article describes the characteristics of galvanic restoration of parts by ironing and chromium plating, methods are indicated that reduce the harm of galvanic production

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

### **3. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, МАЛООТХОДНЫЕ И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВА**

УДК621.74

Т. И. Сушко, Р. Ш. Караев, И. И. Чернышев, С. В. Попов

#### **ВЫБОР СПОСОБА ЛИТЬЯ СТАЛЬНОЙ ОТЛИВКИ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ**

В статье рассмотрен пример выбора способа литья из двух приемлемых для стальной корпусной отливки посредством компьютерного моделирования процессов затвердевания посредством CAD – программ и энергосберегающей политики

Уровень потерь ресурсов и энергии в литейном производстве зависит от различных факторов как производственных, так и общекономических. Важным в успешной энерго - ресурсосберегающей политике предприятий является оптимизированная подготовительная подготовка этапов производства, квалификация инженеров - технологов, используемые методы при расчете систем питания отливок, математического и эмпирического анализов, прогнозирующих снижение брака, неизбежно возникающего в деталях, повышение важного ключевого параметра для литейной отрасли - технологического выхода годного (ТВГ) [1]. Он взаимозависит от несовершенства конструкционных особенностей, как детали, так и сплава, вариаций литниково - питающих систем. Прослеживается его прямая зависимость от организации технологических процессов, апробирования различных методик, предложений по изменению технологических параметров, путем виртуальных экспериментов, широко задействовав компьютерное моделирование процессов затвердевания отливки, положив в основу рациональные ресурсосберегающие технологии изготовления детали. Как известно расход жидкого металла на систему питания отливок, в сравнении с массой детали после механической обработки очень большой и для стальных отливок составляет ~ 80 – 120 % при литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) и 30 - 70 % в литье в песчаные формы (ПГФ). Повышение ТВГ даже на 5% приводит к значительной экономии металла, при возрастании ее качества. Если конфигурация и требования к отливке позволяют не только выбирать способ ее изготовления, но и повысить ее ТВГ, то тогда проводят сравнения технологии изготовления и выбирают вариант с наивысшим его значением. В современных условиях компьютеризации такой анализ позволяет экономить ресурсы уже на стадии проектирования и конструирования детали, при этом, не проводя затратных натуральных экспериментов, т.е. без значительных энергозатрат. По экспертным оценкам ряда специалистов такая экономия практически без капитальных вложений иногда достигает до 15 % стоимости потребляемой энергии при правильной организации энергосберегающей политики предприятия. Цель данной работы – на основе компьютерного моделирования посредством системы LVM Flow провести сравнение технологий изготовления стальной отливки «Корпус» из двух возможных приемлемых способов литья и выбрать оптимальный энергозатратный вариант. Деталь «Корпус» массой 34,0 кг, масса отливки 42,0 кг, габаритные размеры 366 × 254 × 205 мм, из стали 30ХМЛ, известна как запорная арматура, в нашем случае по условиям требований эксплуатируется в коррозионной среде для перекачки нефтепродуктов. В конструкции детали предусмотрены сопряжения, которые обеспечивают получение отливки без усадочных раковин, пористости и трещин. Конструкция детали удовлетворяет основным требованиям литейной технологии, апробированной для крупногабаритных деталей при ЛВМ на Воронежском механическом заводе, что позволяет рекомендовать данный способ литья. Трехмерная модель детали изображена на рис. 1, была создана на базе CAD системы Solidworks.

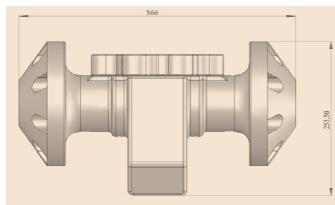
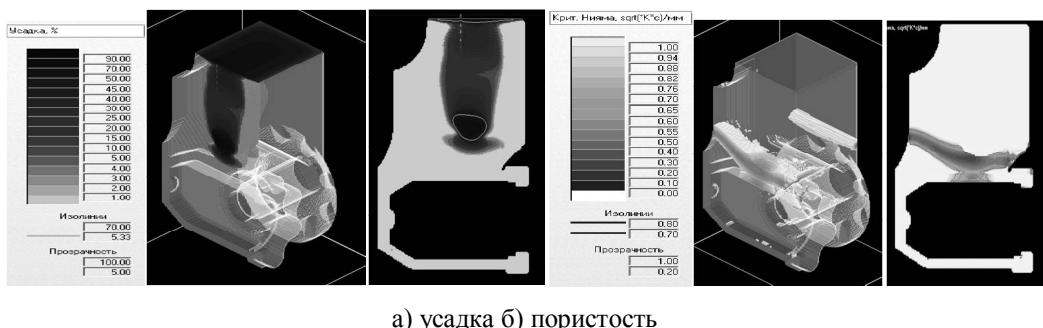


Рис. 1. Трехмерная модель детали

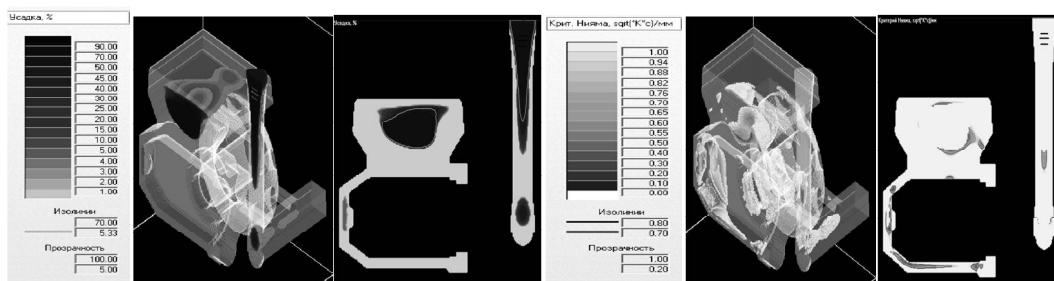
Начальные условия для моделирования процесса затвердевания отливки в ЛВМ задавались с учетом рекомендаций [2]: температура ликвидуса – 1580 °С, температура и высокоогнеупорный материал корковой формы - плавленый кварц, 950 °С, расчет велся при размере ячейки 2,00 мм. Масса отливки с ЛПС 101,0 кг. Предлагаемая система питания, технология изготовления отливки, ТВГ в пределах минимального для данного способа литья, вполне позволяет получить отливку без видимых усадочных дефектов (рис. 2). Вся усадочная раковина концентрируется в прибыли и занимает большую ее часть. Хотя наблюдаются проблемы с прибыльной зоной отливки и близкой к ней. Показатель Ниямы в пределах допустимого параметра для данного способа литья, в остальных частях отливки газовых дефектов не обнаружено.



а) усадка б) пористость

Рис. 2. Дефекты, выявленные при ЛВМ

При моделировании процессов затвердевания отливки при литье ПГФ начальные установки задавались в соответствии с технологическим процессом и минимальным ТВГ, рекомендуемым для стальных отливок [3,4]. Масса отливки с системой ее питания составила 84,3 кг. В донной части отливки есть усадочный дефект, достигающий размеров до 10 % в объеме узла, хотя в остальных частях отливки они сконцентрированы в прибыли и в ее теле не заходят. Показатель критерия Нияма указал на концентрацию микропористости, расположенную как в центральной части отливки около ее самого дна, так и в патрубках и боковых фланцах. Отливка виртуально в ПГФ менее качественная по технологическим и эксплуатационным признакам, чем та же отливка, но в условиях ЛВМ (рис. 3).



а) усадка б) пористость

Рис. 3. Дефекты, выявленные в ПГФ

Итак, отливать деталь, с большой точностью по массе и размерам, более качественной поверхностью, снижая время на последующую обработку возможно способом ЛВМ. Но

здесь есть недостатки – сложность и дороговизна всего технологического процесса и прежде всего изготовление керамической формы. По сравнению с распространенным экологически безопасным методом ПГФ (при условии единой песчаной смеси, легко утилизируемой, например, в качестве подушки в дорожном покрытии), в котором применяют одноразовые формы. В методе ЛВМ необходимы: алюминиевые пресс-формы на разные элементы модельного блока, специальные гидравлические прессы для получения моделей, холодильные камеры для ускоренного охлаждения моделей в пресс-формах, применение сложной ручной сборки модельных блоков. Выплавка модельного состава из керамических форм и прокалка корки, при производстве которых используют этилсиликат и соляную кислоту, занимает продолжительное время и требует значительных затрат.

Сравнивая изготовление деталей двумя способами литья сделать вывод: ЛВМ дороже и технологически сложнее метода ПГФ, себестоимость одной отливки полученной в два раза дороже отливки полученной методом ПГФ. При изготовлении отливки «корпус» нужно исходить как из возможностей предприятия, так и области применения отливки. ЛВМ - для крупносерийного производства корпусных отливок высокого качества, но чтобы происходило окупаемость партий, необходимы и значительные серии заказов, иначе это не результат улучшения ресурсосбережения, а наоборот огромные затраты производства во имя качества отливки маленькой партии. ПГФ для крупносерийного производства, но также возможно и изготовление мелких партий. При производстве отливок методом ПГФ могут возникнуть трудности из-за газопроницаемости формы, что в свою очередь влияет на качество поверхности, данный факт подтверждает компьютерное моделирование. Если же сравнивать серийное производство, наличие участков ЛВМ и ПГФ, то выбор следует проводить по основному показателю ТВГ, который в ЛВМ 75 %, а в ПГФ 57 %, что позволяет администрации выбирать из возможностей и ресурсо и энергозатрат предприятия. Таким образом, представлен пример выбора способа литья без натурных экспериментов на основе анализа компьютерного моделирования и возможностей производства.

#### Литература

1. Инженерная экология / Под ред. А. Н. Болдина и др. Учеб.пособие для вузов,- Брянск: Изд-во БГТУ, 2008.-315 с.
2. Сушко Т. И. Моделирование технологии и проектирование оснастки стальной отливки «Корпус» в средах SolidWorks-LVMFlow-SolidCAM [Текст] / Т. И. Сушко, Е. С. Хухрянская, И. С. Кущева // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т.11. – № 4. – С. 85–91.
3. Сушко Т. И. Компьютерное моделирование физического питания отливок СВС в литье по выплавляемым моделям [Текст] / Т. И. Сушко, В. В. Турецев, Т. В. Пашнева, С. В. Попов // Вестник Магнитогорского техн. университета им. Г.И. Носова. 2018. – Т.16. - № 1. - С. 45-53.
4. Сушко Т. И. Анализ причин брака при производстве стальных корпусных отливок посредством СКМ ЛП LVM Flow [Текст] / Т. И. Сушко, А. С. Леднев, Т. В. Пашнева И.Г Руднева, // Вестник Магнитогорского техн. университета им. Г. И. Носова. -2012. - № 1(37).- С. 26- 29.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

T. I. Sushko, R. Sh. Karaev, I. I. Chernyshev, S. V. Popov

#### THE CHOICE OF THE METHOD OF CASTING STEEL CASTINGS THROUGH COMPUTER SIMULATION AND ENERGY SAVING POLICY

The article describes an example of choosing a casting method from two acceptable for steel body casting by means of computer modeling of solidification processes using CAD programs and energy-saving policy

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

З. А. Аврамов<sup>1</sup>, Н. В. Сакова<sup>2</sup>, А. В. Переславцев<sup>3</sup>, О. М. Холодов<sup>4</sup>

## ПОСЛЕДСТВИЯ РОЗЛИВА АВИАТОПЛИВА ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье рассматриваются экологические проблемы, связанные с использование авиационного топлива в процессе эксплуатации авиационной техники и его влияние на состояние окружающей среды

Проведенное изучение проблемы развития авиаотранспорта и увеличение его роли в жизни человека позволяют заключить, что в современных условиях она уже не может не оказать негативного влияния на окружающую среду. Проведенный анализ подтверждает, что основное воздействие авиации на экологию окружающей среды состоит в акустическом загрязнении и выбросе газов в атмосферу, это происходит на всех этапах подготовки к полету и в самом полете (взлете, посадке, маневрировании), особенно ярко проявляется негативное воздействие во время дозаправки топливом в воздухе, и особенно, при сбросе излишков топлива перед экстренной посадкой и т.п. Масштабы развития авиаотрасли свидетельствуют о том что сегодня он вносит не малый вклад в проблему загрязнения воздуха и в целом в изменение климата Земли. Современная авиация является важным источником загрязнения природной среды. Она приводит к таким видам загрязнения, как химическое загрязнение атмосферы, повреждение и уничтожение растительности, разрушение почвенного покрова, шумы и вибрации.

Изучая проблему загрязнения атмосферы по средствам выбросов отработанных газов [1] были сделаны выводы что они способны распространяться и приводить к ухудшению качества воздуха в близлежащих населенных пунктах. Это подвергает риску, как окружающую среду, так и здоровье человека, такое загрязнение может вызывать увеличение концентрации CO<sub>2</sub> приземного слоя воздуха, а также приводить к выпадению кислотных дождей [2]. Определенный вред экологии окружающей среды наносят разливы и утечки горючего и смазочных материалов.

Эти проблемы возникли в эпоху мировой индустриализации и мировых войн и, как их следствие, возник такой термин, как военная экология.

Военная экология – это самостоятельный раздел экологии, изучающий воздействие военного строительства и производства, испытаний, учений и боевого применения военной техники на окружающую среду. Военная экология изучает все виды потенциально опасного непосредственного и побочного экологического воздействия военно-технической и военной деятельности на окружающую среду и человека [4].

Военная экология возникла как необходимость решения задач обеспечения экологической безопасности в Вооружённых Силах Российской Федерации с позиции научного подхода. Основной особенностью системы военной экологии является решение задач боевой подготовки, параллельно с природоохранными мероприятиями.

Практика показывает, что полностью устранить негативные последствия, возникающие в результате военной деятельности на природу, даже в мирное время мало вероятно, это обусловлено тем, что в этом виде деятельности невозможно использование высокотехнологичных безотходных технологий. Вместе с тем, проведенные исследования показывают, что общий вклад ВС РФ в загрязнение поверхностных вод – 0,67 %, а в загрязнение атмосферного воздуха не превышает 1,86 %, тем не менее, военные объекты представляют потенциальную экологическую опасность для окружающей среды, учитывая имеющийся арсенал, находящийся на вооружении или проходящий плановую утилизацию [3]. Важной отраслью развития военной экологии является разрешение вопросов по обеспечению жизнедеятельности войск на трёх системных уровнях: обеспечение качества профессиональной подготовки личного состава, образцов вооружения и военной техники, а также окружающей природной среды в пунктах дислокации войск [1].

Значительное внимание в нашем исследовании было уделено деятельности Воздушно-Космических сил (ВКС), так как воздействие данного вида ВС на окружающую среду оказывает больше негативного влияния, чем другие виды. У современной авиации и её наземной инфраструктуры есть свои отличительные черты, этим объясняется особенность экологических проблем ВКС. Аэродромное хозяйство, боевые самолёты и вертолёты, а также склады авиационного горючего с заправочными средствами, военные городки в целом – всё это являются источниками загрязнения окружающей среды авиационным топливом и продуктами его сгорания, акустическим и радиолокационным излучениями. Загрязнение окружающей среды авиационными топливами и продуктами их сгорания имеет некоторые особенности. Авиационный керосин содержит повышенное количество циклических соединений, в том числе ароматических, вследствие чего он обладает повышенной токсичностью. Основными источниками загрязнения окружающей среды авиационным керосином являются проливы при заправке и обслуживании топливных систем летательных аппаратов, потери его при транспортировке и хранении, при сливе невыработанного топлива в воздухе в аварийных ситуациях, а также при заправке самолётов в воздухе. Авиационные газотурбинные двигатели характеризуются повышенным дымлением только на режимах взлёта и посадки, когда практически невозможно обеспечить благоприятные условия сгорания. Поэтому продукты сгорания авиатоплив наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду оказывают именно в районе аэродромов. С другой стороны, масштабы применения авиационных топлив и вероятность попадания их в окружающую среду очень велики. Масса топлива, необходимого для обеспечения полёта, составляет от 30 до 60 % взлётной массы самолёта. Для современных самолётов невырабатываемый и несливаемый остаток топлива на борту достигает 3-4 % от полной заправки [3].

При чрезвычайных и аварийных ситуациях самолёты вынуждены сливать в воздухе излишнее топливо для уменьшения посадочной массы. Количество топлива, сливаемого самолётом за 1 раз, колеблется от 1-2 тыс. до 50 тыс. литров [4]. Испарившаяся часть топлива не приносит сильного вреда, потому что рассеивается в атмосфере без опасных последствий, однако, неиспарившаяся часть достигает поверхности земли и водоёмов, чем может вызвать сильные местные загрязнения. Доля неиспарившегося топлива, достигающего поверхности земли в виде капель, зависит от температуры воздуха и высоты слива. Даже при температуре более 20 °C на землю может выпадать до нескольких процентов сливаемого топлива, особенно при сливе на малых высотах [5]. Сжигание основной части авиационного топлива происходит не в приземном слое вблизи аэродромах, а в более высоких слоях атмосферы. Специалисты полагают, что ежегодно возрастающий выброс углекислого газа, воды и метана двигателями самолётов изменяет химический и радиационный баланс атмосферы, что может влиять на климат [3].

Особое место среди продуктов сжигания авиационного топлива занимают парниковые газы. Для уменьшения их вреда имеются два варианта. Первый – увеличение роста топливной эффективности. Второй – использование альтернативных топлив: синтетического горючего из каменного угля, природного газа или биомассы. Природное топливо не содержит серу и ароматические углеводороды, что значительно сокращает выброс летучих аэрозолей и облачных ядер конденсации, ослабляя таким образом влияние на радиационный баланс. Кроме того, эксперименты показали, что применение топлива, очищенного от серы, приводит к значительному уменьшению концентрации озона, сульфатов и нитратов в тропосфере [2].

Так же внимание специалистов привлекают вопросы безопасности использования газомоторного топлива. Кроме сжиженного газа, многие специалисты видят большое будущее у жидкого водорода, они считают его практически идеальным моторным топливом в экологическом плане. Еще несколько десятилетий назад казалось, что применение жидкого водорода в качестве горючего – это что-то недостижимое и отдалённое. Так сильно повлияла на репутацию этого топлива трагическая гибель в канун второй мировой войны наполненного

водородом дирижабля «Гинденбург», что надолго вычеркнула его из каких-либо серьезных проектов. Но быстрое развитие космической техники вновь дало понять, что стоит обратиться к водороду, на этот раз уже жидкому как почти идеальному горючему. Впрочем, как и прежде не исчезли сложные инженерные проблемы, связанные как со свойствами самого водорода, так и его производством. Как горючее для транспорта водород удобнее и безопаснее применять в жидком виде: в пересчете на 1 кг он превосходит по калорийности керосин в 6,7 раза и жидкий метан – в 1,7 раза. Наряду с этим плотность жидкого водорода меньше, чем у керосина почти на десятичный порядок, что, к сожалению, требует баков в значительной степени больших размеров. К тому же водород должен храниться при атмосферном давлении при очень низкой температуре (-253 °C). Отсюда необходимость соответствующей теплоизоляции баков, что также влечет за собой дополнительный вес и объем. Высокая температура горения водорода приводит к образованию значительного количества экологически вредных оксидов азота, если окислителем является воздух. И, наконец, печально известная проблема безопасности [5].

Следует заметить, что при обслуживании, ремонте и эксплуатации вооружения и военной техники (ВВТ) оказывается вредное влияние на литосферу, гидросферу, атмосферу.

Все операции по техническому обслуживанию, ремонту и заправке ВВТ связаны с неизбежным загрязнением окружающей среды нефтепродуктами, загрязненной водой, использованной ветошью, мелкими резинотехническими изделиями, упаковками и др. Поэтому все операции по предотвращению загрязнения должны выполняться на специально подобранных площадках с твердым грунтом или низким травяным покровом. Такая площадка обустраивается сточными канавками, групповыми сборниками (отстойниками) жидкостей, загрязненных вод, упаковочного материала, использованных обтирочных материалов и непригодных деталей. По окончании регламентных и ремонтных работ водосборникинейтрализуются, а отработанные компоненты, материалы и детали складываются в герметичную тару и отправляются в отведенное место сбора для утилизации (уничтожения или захоронения). Площадки для текущего ремонта и технического обслуживания ни в коем случае не должны организовываться вблизи особо охраняемых территорий и водоемов. На аэродромах и других объектах технического обслуживания техники целесообразно оборудовать для этого специальные стационарные площадки с твердым бетонным покрытием [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что использование авиационного топлива в процессе эксплуатации АТ несет за собой большое отрицательное воздействие на ОС, поэтому на сегодняшний день остается актуальная тема о замене ГСМ, используемых на АТ, на более безопасные виды топлива для окружающей среды.

#### Литература

1. Бутсасенг Пхам phасук, Холодов О. М., Попова К. Г. Пожарная безопасность на аэродроме / Бутсасенг Пхам phасук, О.М. Холодов, К.Г. Попова / II Международная научно-практическая конференция «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». – Иваново ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 289-296.
2. Переславцев А. В., Кубланов М. М., Орлов С. В. Подготовка стрелково-пушечного вооружения вертолетов к боевому применению / А. В. Переславцев, М. М. Кубланов, С. В. Орлов / Всероссийская научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – ВГИФК, 2017. – С. 265-270.
3. Переславцев А. В., Холодов О. М., Дякин А. Б., Ядрихинский И. П. Экологические последствия разлива авиационного топлива / А.В. Переславцев, О.М. Холодов, А.Б. Дякин, И.П. Ядрихинский / IV Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники». – СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 2018. – С. 563-566.
4. Холодов О. М., Аббасов Н. Р., Соловьев М. Ю. Влияние вредных и опасных факторов на летно-технический состав аэродрома / О. М. Холодов, Н. Р. Аббасов, М. Ю. Соловьев / II Международная научно-практическая конференция «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». – Иваново ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 176-180.

5. Холодов О. М., Альдааджек С. А. Вредные и опасные факторы влияющие на летно-технический состав аэродрома / О. М. Холодов, С. А. Альдааджек / VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» – Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2017. – С. 536-538.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>4</sup>Воронежский государственный институт физической культуры, г. Воронеж, Россия

Z. A. Avramov<sup>1</sup>, N. V. Sakova<sup>2</sup>, A. V. Pereslavtsev<sup>3</sup>, O. M. Kholodov<sup>4</sup>

## CONSEQUENCES OF BOTTLING OF AVIATION FUEL FOR THE ENVIRONMENT

The article discusses the environmental problems associated with the use of aviation fuel during the operation of aircraft and its impact on the environment

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>4</sup>Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia

УДК 622.8:614.8

И. В. Дорош, Э. В. Нафикова, Д. В. Александров, А. А. Исмагилов, А. А. Хайдаршин

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КУСТОВЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Рассмотрены основные особенности системы поддержания пластового давления и функционирования блочных кустовых насосных станций при разработке и добыче углеводородов с последующей закачкой в пласт. Описан технологический процесс, происходящий на типовой блочной кустовой насосной станции. Установлены основные опасные факторы работы на блочной кустовой насосной станции и в системе поддержания пластового давления, влекущие за собой возможную аварию и меры по ее ликвидации. Разработан план немедленного реагирования при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуациях в насосной

Обеспечением безопасности поддержания пластового давления и блочной кустовой насосной станции (БКНС) является создание комплекса мер, способствующих поддержанию безаварийной обстановки, и минимизация риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Технологические установки, используемые на БКНС являются взрыво- и пожароопасными, применяемое на установке сырье и реагенты обладают токсичностью для человека. Не соблюдение правил эксплуатации оборудования может привести к несчастным случаям. Поэтому обеспечение безопасности БКНС является актуальной для исследований. С учетом прогресса разработки и добычи нефти с последующей переработкой необходимо разрабатывать комплекс мер на особо опасных производственных объектах. Анализ произошедших ранее ситуаций показывает, что ЧС на блочно кустовых насосных станциях сопровождаются выбросом вредных веществ из: емкостного оборудования, технологических трубопроводов, насосных и компрессорных агрегатов. Для эффективной разработки нефтяных месторождений необходимо правильно подобрать систему поддержания пластового давления (ППД), которая в первую очередь зависит от заводнения пласта (рис. 1).

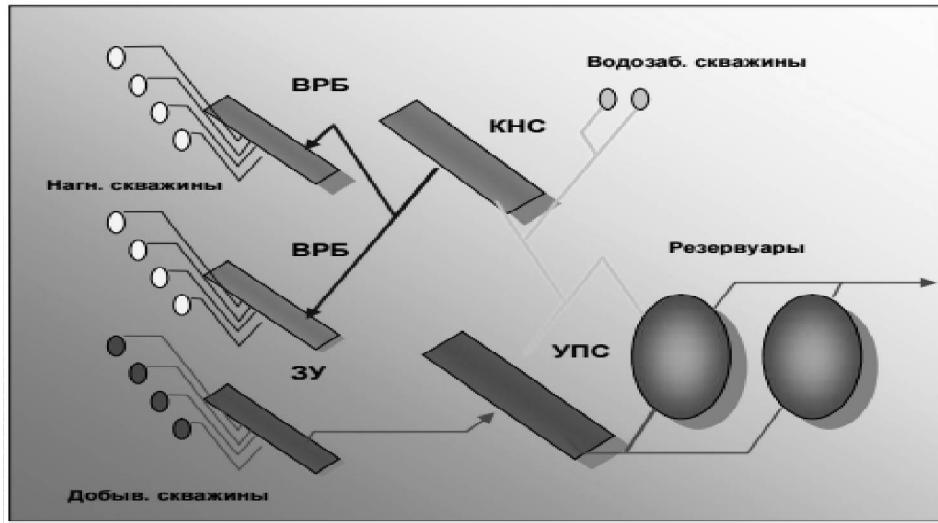


Рис. 1. Технологические узлы системы ППД, где ВРБ-водораспределительный блок, ЗУ-забойное устье, УПС-установка предварительного сброса, КНС-кустовая насосная станция [1]

С кустовой насосной станции рабочий агент через водораспределительные блоки с помощью высокого давления и нагнетательным линиям скважин подается для закачки в пласт с целью поддержания пластового давления. В свою очередь через добываемые скважины забойного устья и КНС остаточная вода подается на установки предварительного сброса и в дальнейшем в резервуар для отстоя жидкости. Система поддержания пластового давления должна обеспечивать [1]:

- необходимый объем закачки воды в пласт и ее давления;
- подготовку закачиваемой воды;
- контроль качества вод;
- герметичность и надежность эксплуатации системы промысловых водоводов;

В свою очередь в систему ППД входит БКНС. Блочная кустовая насосная станция предназначена для закачки воды в пласты в системе поддержания пластового давления нефтяных месторождений, в основном, все блочные комплексы похожи, разница лишь в эксплуатации, зависящей от климатических условий.

Важной частью технологических процессов происходящих в цехе ППД является повышение/понижение давление на выкиде или приеме насосов. Большая часть аварийных ситуаций происходящих в насосных блоках связана с тем, что эксплуатируемые агрегаты работают под высоким давлением. В насосной находится большое количество задвижек и запорной арматуры, работающие в сложных условиях, обусловленные воздействием вибрации и циклических нагрузок создаваемых насосами. Рассмотрим более подробно основные опасные факторы.

Процесс перекачки воды имеет следующие опасные факторы:

- коррозия трубопроводов и арматуры;
- наличие электрооборудования;
- воздействие на кожу человека нефти.

Опасными факторами на установках, входящих в комплекс КНС, могут служить:

- избыточное давление в насосах;
- высокое напряжение в различных электродвигателях;
- применение не качественных реагентов;

Причины приводящими к аварии могут стать [3]:

- нарушение технологического режима работы;
- нарушение техники безопасности персоналом;
- не качественная подготовка к пуску/остановке и подготовке;

- неисправность датчиков температур, давления и т. д.;
- коррозия трубопроводов;
- нарушение герметичности процесса.

Для снижения угрозы и воздействия на жизнь людей необходимо в первую четко следовать мероприятиям по предотвращению нарушений технологического режима [4]:

- строгое соблюдение технологического режима;
- остановка работы неисправного оборудования;
- своевременный ремонт и модернизация комплекса;
- применение коррозионной защиты трубопроводов;
- персонал должен быть обучен, и проходить аттестацию;
- введение штрафов за несоблюдение правил техники безопасности.

Рассмотрев основные факторы, которые могут привести к аварии, смоделирована произвольная ситуация резкого уменьшения давления на приеме насосов и составлена схема по немедленному реагированию (рис. 2).

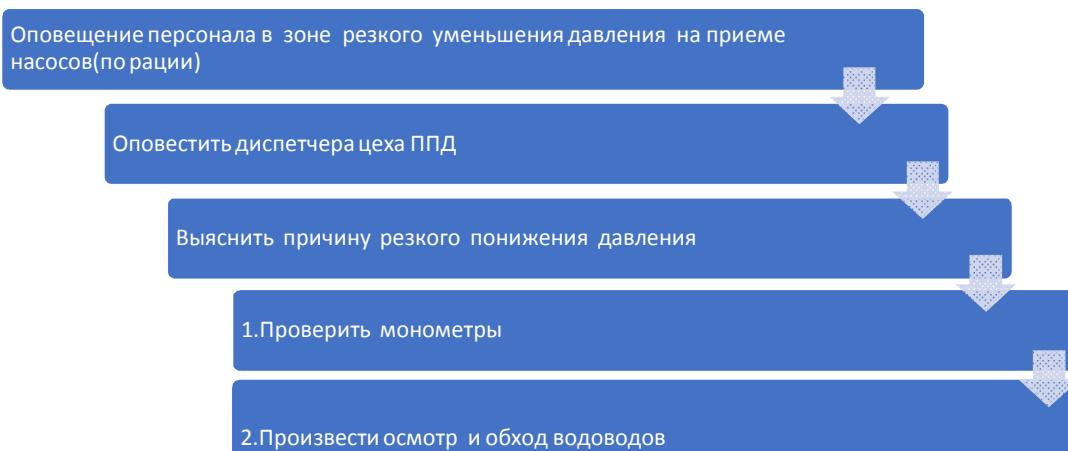


Рис. 2. План немедленного реагирования при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуациях, обусловленных резким снижением давления на приеме насосов

Таким образом, рассмотрены основные особенности системы поддержания пластового давления и функционирования блочных кустовых насосных станций при разработке и добыче углеводородов с последующей закачкой в пласт. Рассмотрен технологический процесс, происходящий на типовой блочной кустовой насосной станции. Установлены основные опасные факторы работы на блочной кустовой насосной станции и системе поддержания пластового давления, влекущие за собой возможную аварию и меры по ее ликвидации. Разработан план немедленного реагирования при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуациях в насосной, обусловленных резким снижением давления на приеме насосов.

#### Литература

- Поддержание пластового давления (ППД) на нефтяных залежах [Электронный ресурс] // URL:<https://neftegaz.ru/science/booty/331582-podderzhanie-plastovogo-davleniya-ppd-na-neftyanykh-zalezhakh/> (дата обращения 12.01.2020).
- Станция насосная кустовая блочная БКНС [Электронный ресурс] // URL: <http://www.hms-neftemash.ru/product/nasosnye-stantsii-ustanovki-dozirovaniya-reagentov/stantsiya-nasosnaya-kustovaya-blochnaya-bkns/> (дата обращения 12.01.2020).
- Красногорская, Н. Н. Анализ проблем рекультивации нарушенных земель / Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Ильмурзин И. Б. // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2017) Материалы XIII Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. 2017. С. 206-209.
- Красногорская, Н. Н. Очистка сточных городских вод с использованием передовых методов окисления / Красногорская Н. Н., Мусина С. А., Бреднева Т. О. // Наука, образование, производство в решении

экологических проблем (Экология-2017) Материалы XIII Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. 2017. С. 147-151.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

I. V. Dorosh, E. V. Nafikova, D. V. Alexandrov, A. A. Ismagilov, A. A. Khaidarshin

## ENSURING THE SAFETY OF CLUSTER PUMP STATIONS

The main features of the system for maintaining formation pressure and functioning of unit cluster pumping stations during development and production of hydrocarbons with subsequent injection into the formation are considered. Described is a process taking place at a typical cluster pump station. The main hazardous factors of operation at the unit cluster pump station and the reservoir pressure maintenance system have been identified, which entail a possible accident and measures for its elimination. An immediate response plan has been developed for emergency and emergency situations in the pump room

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

УДК 550.814

А. А. Исмагилов, А. А. Хайдаршин, И. В. Дорош, Д. В. Александров, Э. В. Нафикова

## ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Рассматриваются вопросы эксплуатации беспилотных летательных аппаратов в системе мониторинга окружающей среды Арктического региона, описывается применение флуоресцентных лидаров и камер микроболометрического типа, подходящих для эксплуатации в арктических условиях

Мониторинг окружающей среды Арктического региона содержит в себе важную научную составляющую, которая заключается в изучении систематических метеорологических, гидрологических, геологических и других наблюдений. Научные исследования и экспедиции привели к обнаружению в Арктике больших запасов углеводородов, что впоследствии отразилось на статусе данного региона, как огромного неразработанного резервуара энергоресурсов. Открытие залежей энергоресурсов способствовало началу развития систем дистанционного мониторинга за состоянием природных и антропогенных объектов, подверженных так же воздействию и чрезвычайных ситуаций. Первоначально применение таких систем, как пилотируемая авиация и спутниковое наблюдение основывалось на мониторинге местности, ее картографировании и некоторых геологических исследованиях. С развитием оптических систем стало возможным их использование в геофизических целях для сейсморазведки, магниторазведки и геологии полезных ископаемых.

В настоящее время преимущественное внимание уделяют техническому развитию оптических систем, применяемых на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), которые по сравнению с пилотируемой авиацией, спутниковым наблюдением [3, 4] и наземными средствами мониторинга обладают большей скоростью получения данных, высокой точностью производимых измерений и гораздо меньшей стоимостью. Обоснование выбора флуоресцентных лидаров и камер микроболометрического типа для мониторинга окружающей среды обусловлено широким спектром их применения, доступностью размещения на БПЛА и возможностью работы в арктических условиях.

Принцип действия флуоресцентных лидаров основан на облучении исследуемого объекта лазерным излучением и регистрации характеристик флуоресцентного излучения [7]. Данный тип лидаров применяется при зондировании водных поверхностей для обнаружения нефтяных разливов, при мониторинге растительного покрова для оценки его состояния при

порывах нефтепровода, а также для обнаружения и идентификации аэрозолей биологического происхождения в воздушной среде. Пример изображения трехмерной модели поверхности, полученного с помощью лидара, представлен на рис. 1.

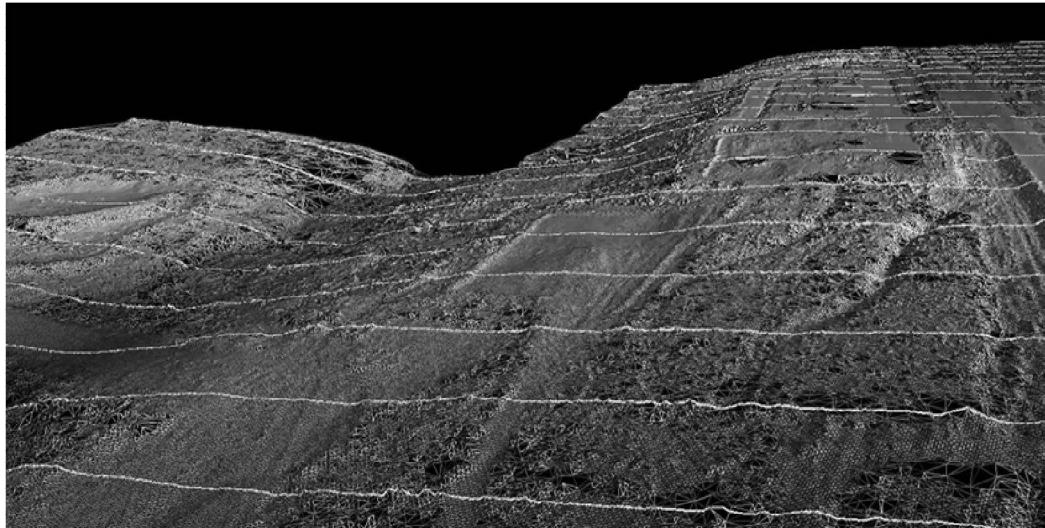


Рис. 1. 3D модель поверхности, зондированной лазером [5]

Для построения изображений поверхности при мониторинге состояния окружающей среды наиболее часто применяются твердотельные Nd:YAG-лазеры, преимущества которых заключаются в большой мощности. Так, из импульса с длиной волны 1064 нм можно получить импульс с длиной волны вдвое, втрое и т. д. короче, например: 532 нм, 355 нм, 266 нм. Для мониторинга состояния растительности наиболее перспективно использовать длину волны 532 нм, для обнаружения и классификации нефтяных загрязнений на различных поверхностях – 355 или 256 нм, а обнаружения и идентификации аэрозолей биологического происхождения – 256 или 355 нм.

Практическое применение флуоресцентных лидаров отражено в работе [6] в качестве систем раннего обнаружения аварийного разлива нефти на объектах морского нефтегазового промысла. Изобретение предполагает использование лидаров вблизи нефтегазодобывающей платформы, на путях транспортировки нефти и на компактных плавучих комплексах мониторинга (КМ), но не рассматривает их установку на БПЛА. Однако автор указывает, что в условиях увеличения толщины пленки нефти свыше ~20 мкм, спектр лазерно-индуцированной флуоресценции нефти перестает существенно изменяться, что вызывает отсутствие обратного излучения. Измерения в более широком диапазоне загрязнений могут производиться компактными многоволновыми импульсно-периодическими лазерами, в которых наряду с УФ-излучением применяется инфракрасное (ИК) излучение. Данная интеграция открывает возможности использования БПЛА в качестве носителя твердотельного лазера серийного производства, увеличивая дальность производимых работ и их точность.

Тепловизионные оптические устройства являются одними из важнейших в дистанционном мониторинге окружающей среды. Известно, что все природные и антропогенные объекты, имеющие температуру выше абсолютного нуля, являются источниками теплового излучения в ИК-спектре. Обнаружение таких тепловых источников осуществляется устройствами для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности – тепловизорами. Принцип их работы основан на изменении сопротивления термочувствительного элемента (болометра, термистора и т.д.) в результате нагревания под воздействием поглощаемого потока ИК-излучения. Для наглядного представления области работы тепловизоров обратимся к рис. 2.

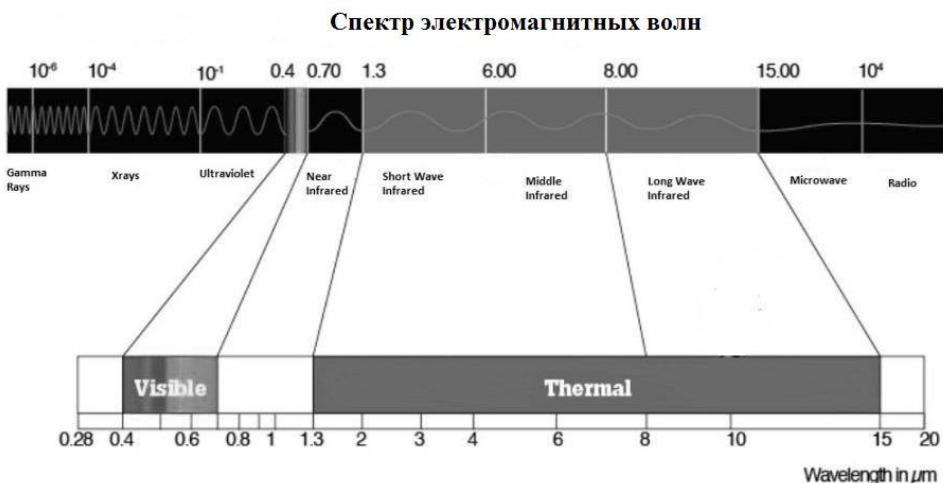


Рис. 2. Электромагнитный спектр с указанными диапазонами ИК-излучения [1]

В силу компактности и дальности действия, тепловизоры нашли применение в устройствах БПЛА. В работе [2] рассматривается применение тепловизионных камер микроболометрического типа, работающих в области длинноволнового ИК-излучения (LWIR) – от 8.0 до 15.0 мкм. Авторы отмечают, что неохлаждаемые микроболометрические камеры обладают низким энергопотреблением, существенно меньшей стоимостью по сравнению с охлаждаемыми ИК-фотоприемными устройствами и имеют малые габариты и вес. Наличие таких качеств позволяет их применять в дистанционном мониторинге с использованием БПЛА. В условиях Арктики, когда необходимы высокое качество тепловизионного изображения и быстрое реагирование в случаях чрезвычайных ситуаций, эксплуатация БПЛА показывает лучшие результаты, по сравнению со спутниковыми и стационарными системами мониторинга.

Основное преимущество рассмотренных оптических систем состоит в возможности обнаружения объектов за счёт различий в их излучательной способности в отсутствии естественного освещения. Тепловая съёмка и зондирование с помощью лидаров нашли широкое применение для исследования и мониторинга антропогенных и природных объектов Арктики, таких как нефте- и газотрубопроводы, поверхности вод, растительных покровов и др. Актуальным также является применение БПЛА для мониторинга в режиме реального времени, что способствует быстрому сбору анализа данных для принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций в кратчайшие сроки.

#### Литература

1. [F. Corrigan, 10 Thermal Vision Cameras For Drones And How Thermal Imaging Works](https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/9-heat-vision-cameras-for-drones-and-how-thermal-imaging-works/) [Электронный ресурс] // 2019.09.03. URL: <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/9-heat-vision-cameras-for-drones-and-how-thermal-imaging-works/> (дата обращения: 21.12.2019).
2. P. Getsov, S. Zabunov, G. Mardirossian, G. Nikolov, Using unmanned helicopters for thermal imaging // Исследование земли из косmosа. – № 2015. – № 5. – С. 84–92.
3. Красногорская, Н. Н. [Оценка геоэкологического риска истощения пойменно-руслового комплекса с применением методов геоинформационного моделирования](#) / Н.Н. Красногорская, Э. В. Нафикова, Е. А. Белозерова, И.Е. Дубовик, М.Ю. Шарипова // [Безопасность жизнедеятельности](#). – 2014. – № 11 (167). – С. 3–7.
4. Красногорская, Н. Н. Применение методов геоинформационного моделирования при оценке геоэкологического риска истощения пойменно-руслового комплекса реки Белая / Н. Н. Красногорская, Э. В. Нафикова, Е. А. Белозёрова // [Геоинформационное картографирование в регионах России](#). Материалы VII всероссийской научно-практической конференции. Воронежский государственный университет; Воронежское отделение Русского географического общества. – 2015. – С. 68–72.
5. [Лазерное сканирование \(ЛИДАР\)](https://zala.aero/lazernoe-skanirovaniye-lidar/) [Электронный ресурс] // URL: <https://zala.aero/lazernoe-skanirovaniye-lidar/> (дата обращения: 21.12.2019).

6. Пат. РФ № 2587109 С1. Система обнаружения и мониторинга загрязнений морского нефтегазового промысла / П.Г. Бродский, Ю.Н. Балесный, В.П. Леньков и др. ОАО «ГНИГИ». – 2015114160/28; заявл. 2015.04.16; опубл. 2016.06.10, Бюл. № 16. – 16 с.

7. Федотов, Ю. В. Программно-аппаратный комплекс флуоресцентного лидара / Ю. В. Федотов // Автоматизация. Современные технологии.– 2015. – № 11. – С. 12–15.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

A. A. Ismagilov, A. A. Khaidarshin, I. V. Dorosh, D. V. Aleksandrov, E. V. Nafikova

## USING UNMANNED AERIAL VEHICLE OPTICAL SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE ARCTIC CONDITIONS

The issues of unmanned aerial vehicles operation in the Arctic environmental monitoring system are considered, the application of fluorescent lidars and microbolometer-type cameras suitable for operation in the Arctic conditions is described

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

УДК 504.054

О. В. Наместникова

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Приводятся результаты исследования содержания стойких органических загрязнителей в почвах северо-восточного административного округа города Москвы

Значительной экологической угрозой для Российской Федерации является загрязнение территорий стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), в том числе полихлорированными бифенилами (ПХБ) и хлорсодержащими пестицидами (ХСП).

СОЗ представляют собой группу токсичных прочных органических соединений, которые достаточно долго не подвергаются разложению и способны мигрировать на значительные расстояния во всех компонентах окружающей среды [1].

Наибольшую проблему среди СОЗ представляют ПХБ, которые изначально не рассматривались как опасные загрязнители и поэтому практически не контролировались в компонентах окружающей среды в отличие от ХСП [2].

В 2016 году были проведены исследования по содержанию некоторых СОЗ в почвах северо-восточного округа (СВАО) города Москвы. Анализ образцов почвы на содержание ПХБ (суммарно), дихлордифенилдихлорэтана (ДДТ), гексахлорбензола (ГХБ) проводился по стандартным методикам [3] с глубины почвенного профиля 0-5 см в связи с тем, что данные вещества поступают в почвы преимущественным путем. Всего с территории округа было отобраны 25 почвенных образцов (таблица).

### Адреса отбора образцов почвы с территории СВАО г. Москвы

№	Адрес отбора пробы	№	Адрес отбора пробы	№	Адрес отбора пробы
1	Октябрьская ул., 35	10	3-я Мытищинская улица, 3, к. 2, с. 2	19	Анадырский проезд, 69
2	Сущевский вал, с. 13а	11	Аргуновская улица, 3, к. 2	20	Ясный проезд, 4, к. 3
3	Анненская ул., 9	12	ул. Милашенкова, 12	21	Инженерная улица, 5, к. 1.
4	Ростокинский акведук <sup>1</sup>	13	ул. Комдива Орлова, 4	22	Северодвинская улица, 9
5	Ростокинская ул., 3	14	Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН <sup>2</sup>	23	ул. Корнейчука, 36
6	4-я улица Марьинской рощи, 17	15	ул. Седова, 7, к. 2	24	Новгородская улица, 7

Окончание таблицы

7	ул. Руставели, 19	16	Юрловский проезд, 6	25	Район Северный, Дмитровское шоссе <sup>3</sup>
8	Ботаническая улица, 2, с. 4	17	Кольская улица, 2, к. 6		
9	Проспект мира, 119, с. 186	18	ул. Вешних вод, 4, к. 2		

<sup>1</sup>координаты: 55°49'44.1" с.ш.; 37°39'22.64" в.д.;

<sup>2</sup>координаты: 55°50'26.77" с.ш.; 37°35'58.16" в.д.;

<sup>3</sup> координаты: 55°55'43.55" с.ш.; 37°32'58.32" в.д.

Среднее содержание ПХБ (суммарно) в почвах СВАО г. Москвы составило 0,0064 мг/кг. Концентрация на уровне ПДК (0,06 мг/кг) была зафиксирована только в образце № 14 на территории Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина. В образцах № 2-6, 9-10, 13, 16-19, 22-25 содержание ПХБ (суммарно) составило менее 0,001 мг/кг. В почвенных образцах № 1, 11 и 12 ПХБ (суммарно) обнаружены не были. В остальных пробах уровень концентраций загрязнителя находился на уровне 0,04-0,83 долей ПДК.

Содержание ГХБ в верхнем слое почв округа изменялся в диапазоне от 0,000087 до 0,011 мг/кг – превышений нормативной величины (ОДК=0,03 мг/кг) по данному показателю не выявлено ни в одном почвенном образце. Среднее содержание ГХБ на территории СВАО г. Москвы – 0,00132 мг/кг или 0,044 ОДК.

Наблюдаемые уровни содержания ДДТ и его метаболитов по территории округа находились в диапазоне от 0,0021 до 23,81 мг/кг. Превышения нормативного значения (ПДК=0,01 мг/кг) по данному показателю зафиксированы в пробах № 8, 9, 15, 18, 21, 23, что составило волях от ПДК соответственно 1,25; 4,78; 4,19; 229,80; 1,55; 1,88. В образце № 18 зафиксирована аномально высокая концентрация ДДТ (22,98 мг/кг). По результатам исследований проб почв по содержанию суммы ДДТ и его метаболитов одна площадка (№ 18) попадает в категорию чрезвычайно опасного загрязнения, две площадки (№ 9, 15) – в категорию опасного загрязнения и три площадки (№ 8, 21, 23) – в категорию допустимого загрязнения почв [4].

Таким образом, почвы СВАО практически повсеместно загрязнены ДДТ и его метаболитами. Загрязнение ПХБ (суммарно) и ГХБ территорий округа является не характерным и практически на всей территории округа незначительным.

#### Литература

1. Наместникова О. В. Содержание полихлорированных бифенилов в городских почвах// Научные исследования и современное образование: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 29 апр. 2017 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С 14-16.
2. Наместникова О. В. Мониторинг стойких органических загрязнителей в почвах городских территорий// Современные здоровьесберегающие технологии. – №4. – 2018. – С. 192-198.
3. ПНД Ф 16.1:2:2:2.3:3.61-09 Количествохимический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом хромато-масс-спектрометрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru> (дата обращения 10.03.2020).
4. Наместникова О. В. Мониторинг загрязнения почв хлорорганическими пестицидами в системе обеспечения экологической безопасности города// Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. – 2017. – № 3. – С. 206-220.

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

O. V. Namestnikova

#### ECOLOGICAL STATE OF SOILS IN URBAN AREAS

The results of a study of persistent organic pollutants in soils of the North-Eastern administrative district of Moscow are presented

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

## АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТАХ

В работе рассмотрены основные источники загрязнения домостроительных комбинатов и их воздействие на человека, и окружающую природную среду

Домостроительные комбинаты (ДСК) представляют собой предприятия, занимающиеся поточным механизированным изготовлением и сборкой панельных зданий, в том числе жилых домов и общественных сооружений по стандартным типовым проектам. В состав любого ДСК входят производственная база, строительно-монтажные участки и разнообразные вспомогательные службы. Потенциальными источниками загрязнения атмосферного воздуха могут являться все этапы работы подобных предприятий, однако самым опасным с этой точки зрения, безусловно, является производство.

Обычно на домостроительном комбинате занимаются производством железобетонных изделий, строительных панелей и товарного бетона для строительства домов. Это производство обычно представляет собой комплекс сложных технологических процессов, в результате которых может происходить переход сырья в разные агрегатные состояния с различными физико-механическими свойствами.

В процессе этих превращений могут выделяться загрязняющие вещества, в том числе потенциально опасные. Например, выделение вредных газов и пыли в процессе работы ДСК может происходить на таких этапах производства, как погрузка и разгрузка сыпучих материалов, их сортировка, дробление, транспортировка, смешивание, формирование и упаковка.

Основными источниками загрязнения атмосферы при работе ДСК являются:

- все этапы производства бетонной смеси;
- арматурные цеха;
- процессы травления металлов серной и азотной кислотами;
- сжигание топлива на теплоэлектростанциях, обеспечивающих их энергией;
- работа двигателей внутреннего сгорания на транспортных средствах, принадлежащих ДСК;
- цеха сушки;
- процессы, связанные с покраской готовых изделий и др.

В результате вышеперечисленных процессов в атмосферу могут поступать такие загрязняющие вещества, как твердые взвешенные частицы (пыли) различного состава и происхождения, оксиды азота и углерода и серный и сернистый ангидриты, фтор- и хлорсодержащие вещества, компоненты, содержащие тяжелые металлы, органические красители и растворители и др. Многие из этих веществ потенциально опасны, поэтому на предприятиях подобного типа необходимо обеспечивать соблюдение нормативов предельных воздействий, как на атмосферу, так и на воздух рабочей зоны путем внедрения комплексных систем очистки воздуха [1, 2].

Часто за пределами домостроительного комбината фиксируются относительно высокие концентрации оксидов азота. Это связано с его непосредственной деятельностью. Самое большое количество оксидов азота выделяется из теплоэлектростанций и двигателей внутреннего сгорания, а также при травлении металла азотной кислотой. Потенциальная опасность для окружающей среды оксидов азота заключается в том, что они принимают непосредственное участие в образовании фотохимического смога, который вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и гибель растений.

Многие этапы работы ДСК потенциально могут приводить к превышению нормативных требований по чистоте воздуха. Например, в процессе производстве цемента,

доломита, инертных материалов и пр. может происходить чрезвычайно обильное пылевыделение, в результате которого ПДК может быть превышен, по крайней мере, в 5-10, а иногда и до 100 раз. При производстве бетонной смеси тоже может наблюдаться повышенное выделение пыли. Например, на участке смесительного отделения превышение ПДК может достигать пятикратного размера. В надбункерном помещении и в отделении дозирования рабочей смеси пылевыделение происходить не так обильно, значения ПДК на этих этапах работы ДСК может достигать 1,5-2 и 3-4 раз соответственно.

В арматурных цехах, и в цехах производства нестандартных металлических конструкций может выделяться пыль металлов и их окалин, а также сварочные аэрозоли. Пыль металлов и их окалин, выделяющаяся при их холодной обработке, незначительно (до 1,5 раза) превышает санитарные нормы. Контактная сварка приводит к превышению санитарных норм по оксиду марганца в 1,3 и сварочным аэрозолям в 1,1-1,3 раза. При ручной электрической сварке объем выделения оксида азота практически не превышает нормативные требования, а диоксиды углерода и марганца превышают ПДК соответственно в 1,5-2 и в 1,5-3 раза.

Основной и самой надежной мерой защиты атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны на подобных производствах является герметизация используемых технологических аппаратов. Если она невозможна, необходимо использовать дополнительные эффективные средства, в том числе системы общеобменной вентиляции, местные отсосы и т.д. [1].

В цехах сушки выделяются оксид углерода (от 1,5-2 и до 3-4 ПДК), серный и сернистый ангидрид (до 1,5 и 2-3 ПДК, соответственно). Сернистый ангидрид может попадать в атмосферу, где он, растворяясь в атмосферной влаге, может приводить к образованию кислотных осадков, которые могут вызывать подкисление почвы и водоемов на большом расстоянии от источника загрязнения. Кроме того, присутствие серной кислоты в атмосферных осадках потенциально опасно для живых организмов – оно может вызвать заболевания дыхательных путей человека и животных [3].

Сероводород и сероуглерод поступают в атмосферу самостоятельно или вместе с другими соединениями серы. Взаимодействуя в атмосфере с другими загрязнителями, они могут медленно окисляться до серного ангидрида.

Высокая концентрация оксида углерода (II) (угарного газа) в воздухе городских территорий, непосредственно прилегающих к территориям ДСК, возникает из-за неполного сгорания углеродсодержащих веществ. Основными процессами, приводящими к попаданию их в атмосферный воздух, являются сжигание топлива твердых отходов, образование выхлопных газов и другие выбросы домостроительных предприятий. Поступая в организм человека в процессе дыхания он попадает в кровь, где конкурирует с углекислым газом за молекулы гемоглобина, образуя устойчивый комплекс. В результате этого процесса нарушается процесс поступления кислорода в клетки организма и нарушается дыхание, что может привести к летальному исходу. Таким образом, угарный газ представляет собой смертельно опасный яд [4]. Углекислый газ (оксид углерода (IV)) образуется при любых процессах горения и, соответственно, на всех этапах функционирования ДСК. Потенциальная опасность воздействия этого вещества на состояние окружающей среды является то, что оно является одним из основных компонентов, усугубляющих парниковый эффект.

Цеха домостроительных комбинатов, которые занимаются производством эмалей, стекла и др. являются источниками загрязнения соединениями фтора. В атмосферу фторсодержащие вещества попадают в форме газообразных соединений фтороводорода и пыли фторида натрия или кальция.

Соединения хлора в атмосфере присутствуют в форме молекулярного хлора и паров соляной кислоты. Токсичное действие хлора может быть определено видом соединений и их концентрацией.

Часто в состав домостроительных комбинатов входят конвейеры покраски панелей и

склад хранения лакокрасочных материалов, в результате работы которых могут выделяться токсичные вещества. Такие загрязнители могут попадать в атмосферу и в воздух рабочей зоны в процессе обезжикивания поверхностей органическими растворами перед окраской и подготовкой лакокрасочных материалов, при их нанесении на поверхность изделий и сушки покрытия. Воздух, удаляемый вентиляционными отсосами от окрасочных камер, напольных решеток, сушильных установок и других устройств, применяемых на домостроительных комбинатах, неизбежно загрязнен парами растворителей.

При окраске изделий порошковыми полимерными материалами в вентиляционный воздух тоже попадает большое количество пыли. Достаточно часто в ее составе встречаются асбест, соединения кремния, кальция и углерода, реже – оксиды металлов. Еще более широкое разнообразие характерно для органических пылей, в составе которой могут быть алифатические и ароматические углеводороды исоли кислот.

При обезжикивании изделий перед окраской за счет испарения с поверхности зеркала ванны в вентиляционные выбросы попадают пары углеводородов и других органических растворителей, интенсивность выделения которых может составлять для бензина – 67-83 г/(м<sup>2</sup>·мин), керосина – 17-34 г/(м<sup>2</sup>·мин), уайт-спирита – 83-100 г/(м<sup>2</sup>·мин) [1, 2].

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнителей воздуха на любом ДСК являются цементные и бетоносмесительные узлы. Аэрозольные частицы, попадающие в атмосферу на данных этапах производственного процесса ДСК, отличаются большим разнообразием химического состава.

Анализ состава загрязнений, выбрасываемых в атмосферу при работе большинства домостроительных комбинатов показывает, что кроме основных атмосферных примесей (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, пыль и др.) в них содержатся и другие токсичные загрязнения, которые могут оказывать достаточно негативное воздействие на среду обитания человека. Это делает задачу соблюдения нормативных требований к атмосферному воздуху особенно актуальной для предприятий подобного профиля. Выбросы потенциально опасных веществ на большинстве ДСК производятся неравномерно в течение суток. Хотя в норме концентрация специфических вредных веществ в вентиляционных выбросах предприятий относительно незначительна, но, вследствие того, что его объемы достаточно велики, валовые количества вредных веществ, поступающих в атмосферу от домостроительных комбинатов, могут быть существенными. Поскольку высота источников выбросов, расположенных на территории ДСК обычно невелика и степень их отчистки может быть недостаточной, на территории предприятия воздух может быть загрязнен. Для защиты персонала рекомендуется использовать средства индивидуальной защиты. Ширина санитарно-защитной зоны домостроительных комбинатов обычно составляет 300 метров. Таким образом, в случае ее соблюдения больших трудностей в поддержании требуемой чистоты воздуха селитебных зон, примыкающих к предприятию, возникать не должно.

#### Литература

1. Кривошеин Д. А. Системы защиты среды обитания, в 2 т. Т.1 [Текст] / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Федотова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 352 с.
2. Кривошеин Д. А. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] /Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Горькова. – Спб.: Лань, 2019. – 340 с.
3. Дмитренко В. П. Техносферная безопасность. Введение в направление образования [Текст] / В. П. Дмитренко, Е. М. Мессинева, А. Г. Фетисов. – М. Инфра-М. 134 с. –2016.
4. Кукин П. П. Основы токсикологии. [Текст] / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева и др. – М.: Инфра-М. 2016. – 280 с

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

N. V. Gorkova, E. M. Messineva

ANALYSIS OF POLLUTION SOURCES IN HOUSE-BUILDING PLANTS

The paper considers the main pollution sources of the house-building plants and their impact on humans and the environment

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

УДК 504.5

В. С. Роднова, Л. Б. Сафонова, И. М. Винокурова

## АНАЛИЗ СОСТАВА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ

В статье проводится анализ возможных продуктов бытовых отходов, рассматриваются способы утилизации

В результате жизнедеятельности человека образуется огромное количество бытовых отходов [1-4]. В среднем на каждого жителя планеты приходится  $\approx$  тонна мусора за год, без учета миллиардов устаревших автомобилей, бытовой старой техники и их составных частей. Если не заниматься утилизацией и переработкой накапливающегося в течение года мусора, а складировать на полигонах, то данные площади очень скоро будут завалены горами отходов высотой с Эльбрус.

Рассмотрение более детального содержания бытовых отходов, показало, что основной частью является бумага, картон и крупногабаритный хлам. Исследуя особенности бумажных и картонных упаковочных материалов, для которых характерна малая плотность отходов (в пределах  $20 \div 70 \text{ кг}/\text{м}^2$ ), установлено, что они составляют 25÷40 % от массы ТБО. Следующей категорией являются пищевые отходы (25÷35 %) которые в свою очередь имеют плотность  $\approx 500 \text{ кг}/\text{м}^3$ , характеризуются влажностью (70÷92 %) и занимают значительную часть от общего объема ТБО. В районах богатых фруктово-ягодными посадками на южных территориях страны в летний период, содержание пищевых отходов (влажность которых достигает более 90 %), превышает содержание бумаги и картона.

Существенно отличаются статистические усредненные коэффициенты за год морфологического состава ТБО городов нашей необъятной страны и стран мира представлены в табл. 1, 2. Согласно предоставленным данным морфологический состав ТБО содержит следующие составные части по компонентам

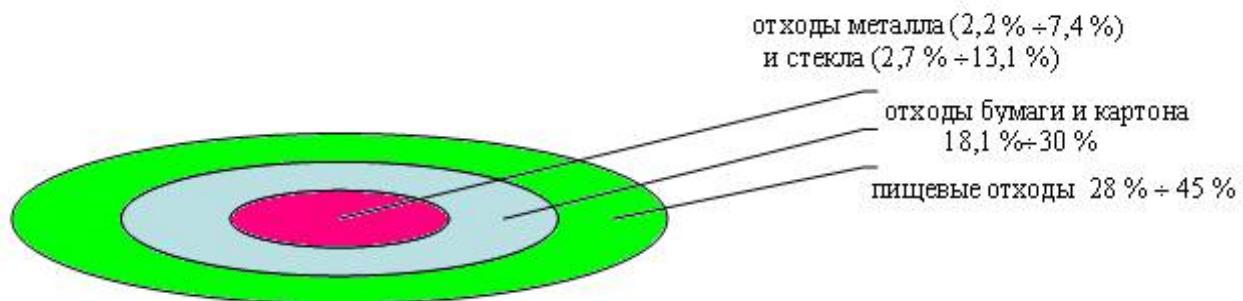


Таблица 1

## Морфологический состав ТБО для мегаполисов городов России

Компоненты ТБО	Краснодар	Самара	Омск	Волгоград	Саранск	Кемерово
Бумага, картон	26,1	24,9	20,8	30,0	25,2	18,1
Пищ. отходы	45,4	33,2	28,6	45,5	45,2	35,5
Дерево, листья	2,0	5,2	5,1	2,0	2,5	3,5
Текстиль	2,4	5,3	6,2	3,8	4,5	5,4
Кожа, резина	0,6	2,8	4,9	0,8	0,7	2,6
Пластмассы	3,5	4,3	4,2	3,3	3,1	3,7
Кости	1,3	2,4	5,1	1,5	2,1	2,8
Металл	2,2	5,4	7,4	2,2	3,0	5,8
Стекло	2,7	7,3	8,9	3,0	3,2	13,1
Камни,керамика	1,9	2,9	1,9	1,0	0,8	2,4
Отсев	12,0	6,3	6,9	7,0	9,7	7,1

В городах РФ морфологический состав отходов, образующихся в результате жизнедеятельности, отличается от состава ТБО зарубежных стран (табл. 2).

На состав компонентов, входящих в перечень бытовых отходов, оказывают влияние: сезонные времена года, степень износа и благоустройства жилого фонда, вид закупаемого топлива для котельных, уровень развития промышленности в регионе, наличие пунктов общественного питания и точек торговли овощной продукции.

Таблица 2

## Среднегодовой состав ТБО стран мира

Компоненты ТБО	Австрия	Бельгия	Англия	Италия	Канада	США	Швейцария
Бумага, картон	28-30	32	29	30-40	52	32-45	40
Пищ. отходы	20-35	22	25	25-35	15	13-19	24
Дерево, листья	2,0	1,0	2,0	3,0	1,5	10-20	2,0
Текстиль	1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Пластмассы	5-6	5-6	7,0	6-8	4,0	4-6	4-5
Уголь, шлак	24	20	14	Учтено в отсеве	5,0	-	Учтено в отсеве
Металл	2-5	3,5	8,0	4-5	5,0	8-9	8,0
Стекло	8,0	4,0	10,0	7,9	5,5	8-10	8,0
Камни,керамика	9,0	0,5	2,0	3,0	-	2,0	1,0
Отсев более 16 мм	Учтено в угле и шлаке	Учтено в угле и шлаке	Учтено в угле и шлаке	15,0	10,0	11,0	10,0

Анализируя состав ТБО городов России и некоторых стран мира, можно с уверенностью сказать об отличии составляющих, входящих в пищевые отходы, особенно устаревших металлических конструкций и отсева (табл. 2, 3).

Таблица 3

## Состав ТБО по процентном содержании по Калужской области

Состав ТБО	Лето	Осень	Зима	Весна	Среднегодовое значение
Бумага, картон	29,3	21,8	17,6	27,0	23,9
Пищ. отходы	29,9	34,6	39,5	35,7	34,9
Дерево, листья	3,5	7,4	1,8	3,1	4,0
Текстиль	4,2	5,3	4,7	4,4	4,6
Кожа, резина	1,7	2,8	3,4	2,4	2,6
Полимеры	4,9	4,9	3,1	3,4	4,1
Кости	0,9	2,1	1,3	1,8	1,5
Металл черный	5,5	3,5	3,9	4,1	4,3
Металл цветной	0,4	0,3	0,7	0,6	0,5
Стекло	5,0	5,2	10,2	5,4	6,7
Камни,керамика	1,5	2,8	1,1	1,9	1,8
Отсев	13,2	8,3	12,7	10,2	11,1
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Анализ данных (табл. 3, рис. 1) дает возможность отметить, что в холодное время (зимний период) образуется максимальное по показателям пищевых отходов ( $\approx 39,5\%$ ) и минимальное (летний период) при высоких температурных показателях ( $\approx 29,9\%$ ).

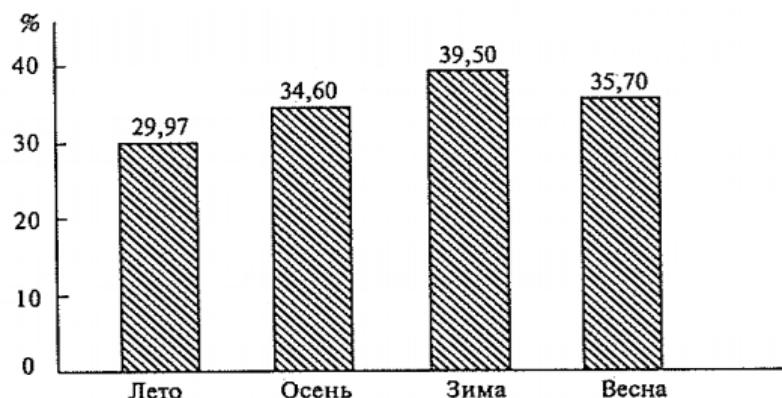


Рис. 1. Временные показатели в % пищевых отходов в составе ТБО

Основными способами переработки ТБО, используемые в настоящее время, являются захоронение, термические методы, т.е. сжигание, биохимические методы, т.е. получение биогаза, удобрений и биотоплива, а также складирование на специально отведенных муниципалитетом поверхностных площадках для хранения мусора.

За последнее десятилетие много раз поднимался вопрос об экологической проблеме, вызванной скоплением большого количества твёрдых промышленных токсичных отходов, требующих правильной технологии переработки (табл. 4 [6]). В связи с этим разработаны положения для переработки ТБО, учитывающие специфические особенности отходов. Процесс обезвреживания происходит на специально подготовленных и оснащенных полигонах позволяет проводить ряд циклов обработки с применением компонентов цемента, жидкого стекла и битума, что позволит избежать загрязнения почв и предотвратит контакт подземных вод с ТБО.

Таблица 4

Процесс	Главные загрязнители	Особенности процесса
Сток с промышленных регионов	Нефтепродукты, СПАВ, фенол, органика, соединения серы, алюминия, хлора, радионуклидов (взвеси, микроорганизмы, тепловыделения)	Практически равномерное загрязнение территории всего региона
Сток с сельскохозяйственных регионов	Пестициды, ядохимикаты, СПАВ, азот, фосфор, нефтепродукты, металлы, радионуклиды (в виде взвесей, растворов, микроорганизмов)	Практически равномерное загрязнение территории всего региона
Выпадение атмосферных осадков	Кислоты, металлы, радиоизотопы, пестициды, микроорганизмы	Зависит от интенсивности выпадения осадков по региону
Выбросы токсичных и радиоактивных в-в	Тяжелые металлы, радиоактивные изотопы, ядохимикаты, пестициды хлор и его соединения	Залповые выбросы разной интенсивности локально или в регионе
Аварии нефтепроводов, танкеров	Нефтепродукты	Залповые выбросы разной интенсивности локально или в регионе
Добыча полезных ископаемых	Металлы, РН, сульфаты, хлориды, углеводороды, соединения фосфора (взвеси, газы)	Практически равномерное загрязнение территории всего региона

Согласно технической документации СниП 2.01.28–85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов» все проектные работы должны проводиться с учетом норм, прописанных в положениях данного документа, по утверждению земельных участков для размещения полигонов

Способом, сокращающим временной показатель переработки, является термический метод. В зависимости от вида отходов термическая переработка классифицируется на следующие способы (рис. 2):

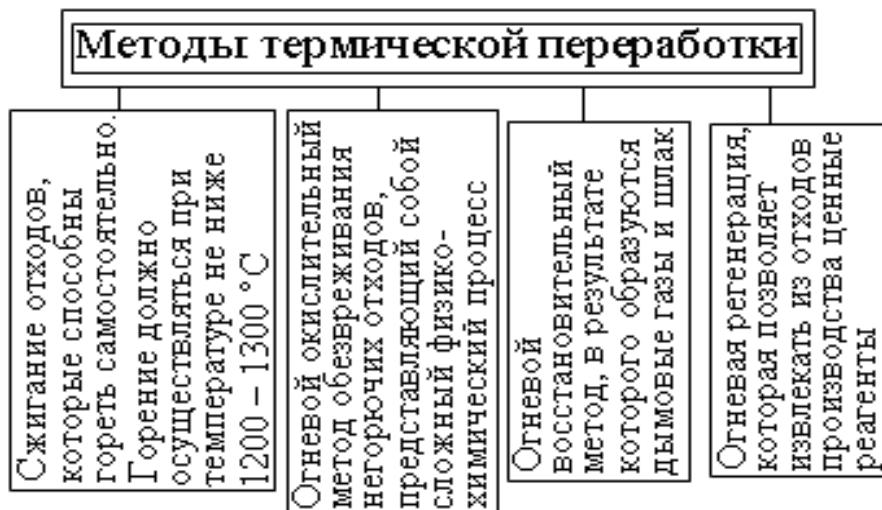
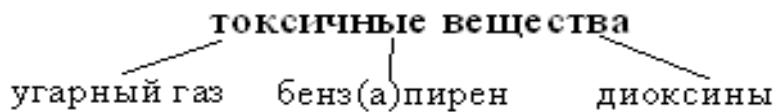


Рис. 2. Способы термической переработки отходов

Следует отметить, что все виды переработки требуют соблюдения выполнения установленного регламентом технологического процесса. Например, нарушение технологического процесса, хотя бы в одном показателе режима переработки - огневой,

создает условия к выделению в атмосферу дымовых газов с вредными веществами, классифицирующимися:



Анализ будет неполным, если не рассматривать метод пиролиза. Сейчас на производстве используется две технологические разновидности: одна разновидность основана на реакции окисления (окислительный пиролиз) с присутствием  $O_2$ , вторая без участия  $O_2$  (сухой пиролиз). Более детально остановимся на положительном моменте применения окислительного пиролиза, где в процессе термического разложения промышленных отходов используется доступный  $O_2$ . В отличие от первой разновидности, сухой пиролиз проводится без доступа кислорода, в результате образуются такие вещества, как пиролизный газ, жидкий продукт и твёрдый углеродистый остаток. Изменения температурных режимов пиролиз разделяют (рис. 3):



Рис. 3. Методы пиролизной обработки

Возникновение проблем в современном изменяющемся мире, связанных с переработкой отходов занимает умы большинства ученых, в связи с этим встает остро вопрос о внедрении новых ресурсовозобновляющих технологий. Первые попытки в разработке концепций новейших технологий опубликованы в начале 60-х годах XX века А. Нагорным. В своей работе автор представил разработки метода с включением в технологический процесс геохимической стадии, физико-химической и последующей конечной биотехнологической обработки ТБО. В дальнейшем развитие этой концепции было представлено в научных работах российских ученых А. Семёнова и И. Максимова в 90-х годах.

Авторы далее развивая направление концепции ресурсовозобновляющих технологий, создают систему экологической защиты нового поколения – многопрофильные комбинаты (МК) «Экополигон». Такие МК [2] способны выполнять нагрузку по обслуживанию мегаполисов занимающих огромные территории и перерабатывающие все виды

антропогенных отходов конкретного регионального центра во вторичные ресурсы и в вещества биосфера до 80 %.

При переработке отходов пользуются следующими способами, представленными на рис. 4:

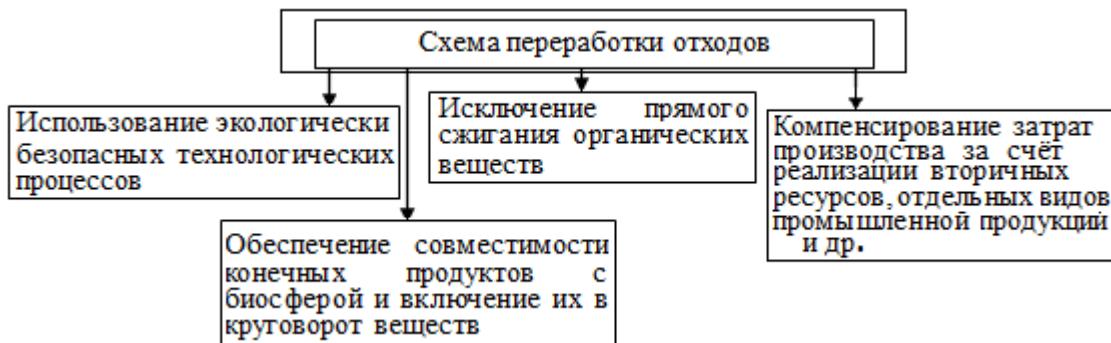


Рис. 4. Схема переработки отходов

Для защиты окружающей среды от ТБО широко применяются следующие методы (рис. 5):

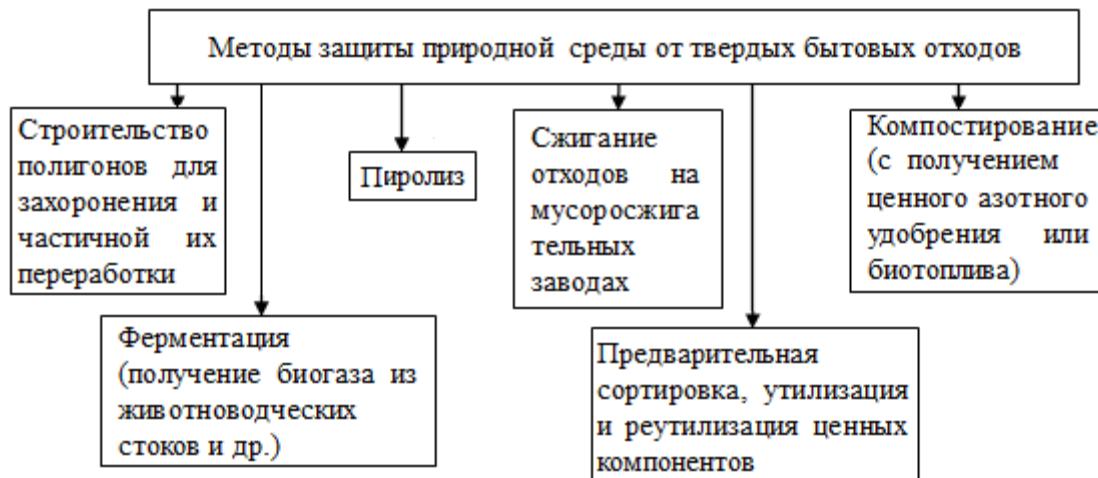


Рис. 5. Методы защиты природной среды от твердых бытовых отходов

Следует особо остановиться на вопросе обеспечения технической безопасности загрязнения прилежащих территорий и подземных грунтовых вод (рис. 6).

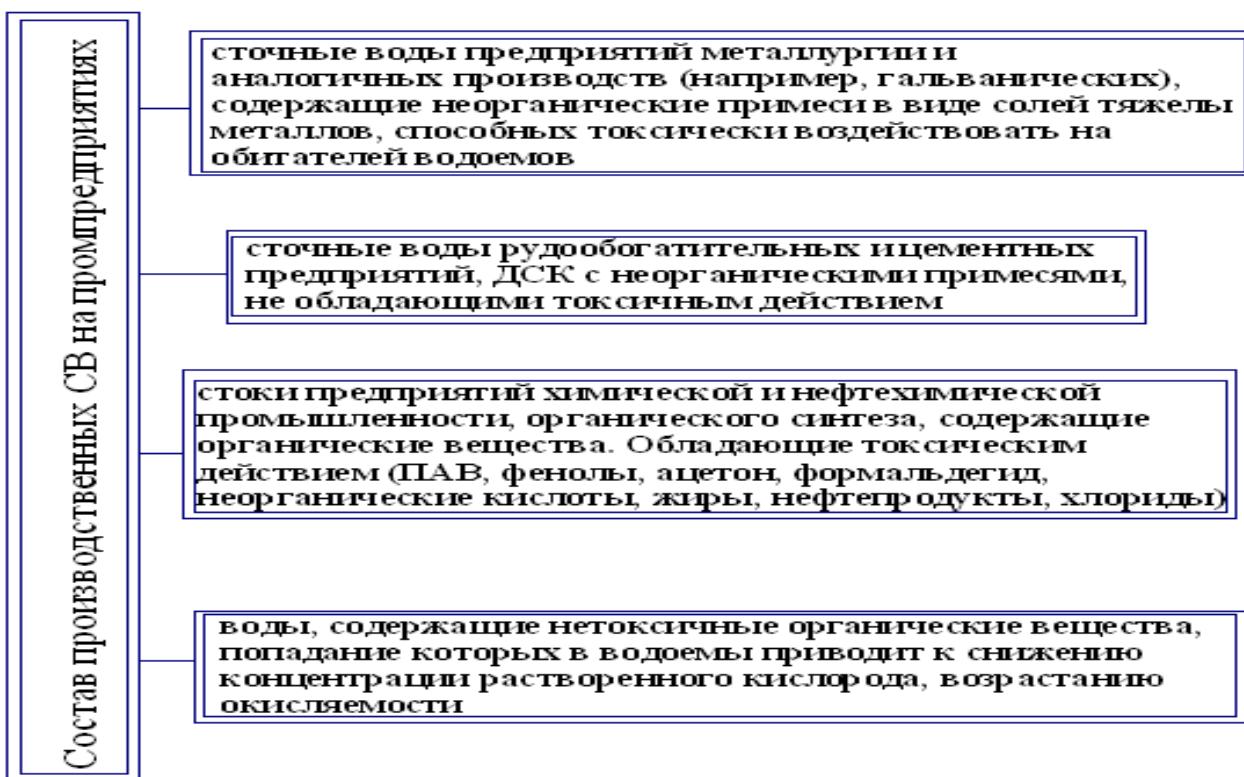


Рис. 6. Классификация СВ по производственным предприятиям

Поэтому необходимо прорабатывать в проектной документации моменты обеспечения соблюдения нормативов, связанных с гидроизоляцией полигонов для хранения ТБО для исключения попадания загрязняющих веществ в грунтовые подземные воды [1, 5]. Для переработки ТБО альтернативно используют метод компостирования с аэробным окислением органического вещества [3, 6], в ходе этого процесса выделяется неприятный запах, способ размножения микроорганизмов более прост.

Таким образом, изучая варианты возможных схем переработки ТБО, мы можем разрабатывать рекомендации, смоделировав ситуацию, по применению и внедрению того или иного метода для данного конкретного предприятия для снижения экологического риска и предотвращения последствий техногенного характера. При разработке рекомендаций проектной документации, необходимо соблюдать требования контроля качества складируемых отходов, согласуя места расположения полигона [4].

Изучение проблем, связанных с организацией и обслуживанием площадок, отведенных под утилизацию отходов жизнедеятельности населения и промышленного производства, необходимо учитывать такие моменты, как возможность возникновения пожара при возгорании и гниении отходов склонных, к выделению горючих газов. Так как при процессах гниения происходит выделение газов  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , являющихся ядовитыми и изменяющие состав и свойства атмосферного воздуха, в обязательном порядке отрабатывают наличие дополнительной конструкции в виде изоляции и уплотнённых ТБО (предусмотрена толщина грунта  $\sim 15\div25$  см). Для решения еще одной острой проблемы связанной с возможностью загрязнения земель расположенных рядом с полигонами, устанавливают специально разработанные ограждения из сетки, предотвращающие разнос легких фракций ветром. Для предотвращения контактов мух и грызунов с ТБО, рекомендуется устанавливать наружную изоляцию, а также проводить дробление и уплотнение отходов. Проблемы, вызываемые скоплением ливневых и талых вод для расположенных территориально выше полигонов, необходимо решать с помощью перехватывающих канав, которые выводят стоки за пределы полигона, согласно технической документации разрабатываемого проекта.

## Литература

1. Базлов, В. И. Охрана природы и инженерная защита окружающей среды в пищевой промышленности [Текст] /В. И. Базлов и др./М., 1996.
2. Сафонова Л. Б. Загрязнение соединениями азота окружающей среды [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. «Химия, новые материалы, химические технологии» - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». 2013.- Вып. 5. –С. 17-23.
3. Денисов, В. В. Промышленная экология [Текст] /В. В.Денисов, В. В. Гутенев и др. //М: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. -720 с.
4. Сафонова, Л. Б. Инженерные способы защиты окружающей среды [Текст]: учеб. пособ. Ч. I., ФГБОУ “Воронежский государственный технический университет”. Воронеж. 2007.93 с.
5. Сафонова Л. Б. Загрязнение гидросфера промышленными и бытовыми стоками [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. «Химия, новые материалы, химические технологии» - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». 2017- Вып. 9. – С. 72-77.
6. Сафонова Л. Б. Загрязнение окружающей среды химическими соединениями и отходами сельскохозяйственной промышленности [Текст]: сбор. тр. III Междунар. науч. –практ. конф. «Комплексные проблемы техносферной безопасности» - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». 2015- Ч. 3. – С. 237-244.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

V. S. Rodnova, L. B. Safonova, I. M. Vinokurova

## ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF HOUSEHOLD WASTE AND DISPOSAL METHODS

The article analyzes the possible products of household waste, discusses ways of disposal

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 504.5

В. В. Захаров, Л. Б. Сафонова, И. М. Винокурова

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОЗОНИРОВАНИЕМ

В статье проводится анализ эффективности технологических схем, в частности, метода озонированием доочистки сточных вод

Загрязнение окружающей среды является тревожным фактором для современного общества, в особенности загрязнения водных бассейнов, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Анализируя данные показатели исследований специалистов [1-6] за последнее десятилетие (табл. 1), мы приходим к выводу, что очистка сточных вод требует модернизацию и создание новых технических средств и методов очищения водных бассейнов от вредных и опасных веществ, способных нанести существенный вред живым организмам.

Важнейшей экологической проблемой современного человечества является загрязнение водных бассейнов. Вода в 75 % водоемов, по оценкам специалистов, не пригодна для питья, поскольку, каждая пятая проба не отвечает экологическим нормам по ПДК, а каждая восьмая - по бактериологическим нормам. Основной причиной являются недостаточные мощности и технологические возможности очистных сооружений.

Согласно статистическим данным в коммунальные очистные сооружения сбрасывают большое количество продуктов промышленной и бытовой деятельности от разных экономических объектов, что приводит к накоплению большого количества различных химических веществ, соединений, продуктов их реакций.

Таблица 1

Города РФ, характеризующиеся наибольшим объемом выбросов

Город	Вода, млн м <sup>3</sup>	Город	Вода, млн м <sup>3</sup>
Москва	2367	Челябинск	273
С-Петербург	1519	Владивосток	262
Ангарск	529	Ярославль	253
Красноярск	416	Казань	247
Самара	408	Екатеринбург	237
Н.Новгород	355	Саратов	225
Братск	326	Уфа	220
Новосибирск	316	Воронеж	216
Омск	286		

На настоящий момент очистку промышленных сточных вод (СВ) [4] осуществляют следующими методами:

Во-первых, применяется способ, при котором производится удаление из отстойников осажденного ила, в дальнейшем складирующегося на площадках свалок или специально оборудованных полигонах;

Во-вторых, производится очищение по средствам специализированных полей орошения. Данный метод предусматривает спуск сточных промышленных вод на специальные поля, в дальнейшем, просачиваясь через песчаный грунт СВ, отфильтровываются и осветляются;

В-третьих, используется химическая очистка СВ, включающая очищение при помощи таких веществ, как известняк, соли железа и алюминия;

В-четвертых, применяются современные технологии, в основе которых лежит возврат биологического ила в новую порцию сточных вод;

Варианты физико-химических методов очистки СВ рассмотрены на рис. 1.



Рис. 1. Физико-химические методы очистки СВ

А также разрабатываются новые направления переработки осадков сточных вод, донных илов и загрязненных почв, которые представлены на рис. 2.

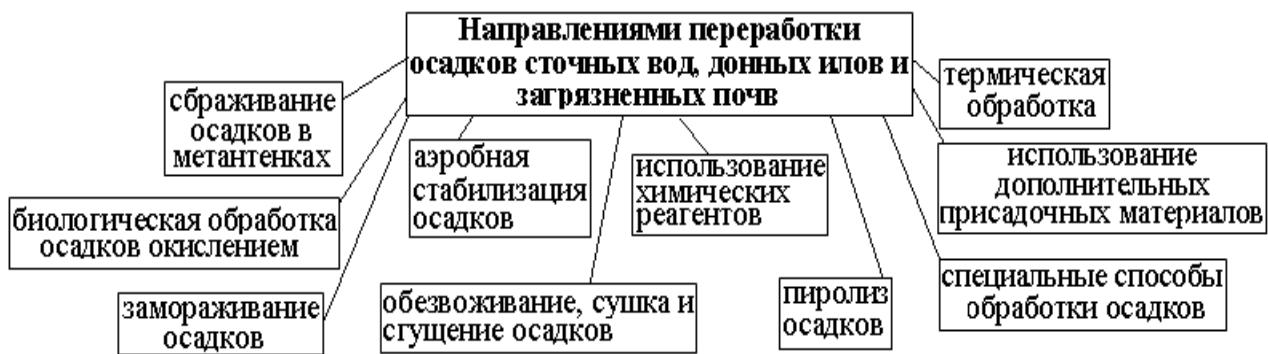


Рис. 2. Блок-схема основных направлений переработки осадков СВ, илов и загрязненных почв

Современные технологические схемы очистки СВ основаны на ускоренном разложении органических [1, 6] веществ под воздействием бактерий. В связи с этим образуются открытые бассейны большой площади. Биологический ил, содержащийся в этих бассейнах, имеет неприятный запах, оказывающий влияние на самочувствие людей в регионе. В связи с этим, открытые бассейны заменяют вертикальными конструкциями, которые занимают меньшую площадь. При применении вертикальных конструкций происходит изоляция неприятных запахов и более эффективное использование кислорода. Для увеличения скорости реакции необходимо иметь замкнутую систему, обеспечивающую высокую температуру.

Так как биологическими методами нельзя разложить некоторые органические вещества и соединения тяжелых металлов, следовательно, они накапливаются в иле.

Физико-химические методы для очистки коммунальных сточных вод, являются более эффективными, но более дорогостоящими (рис. 1).

Из отстойников удалять ил можно с помощью закладок в отвалы, либо термической обработкой (применяется сжигание или пиролиз), либо внесением его в почвы сельскохозяйственных угодий.

Процесс отстаивания является одним из способов сгущения и уплотнения взвеси в стоках. Соединения вещества ломиния, хрома железа, меди, щелочи, содержащиеся в промышленных СВ, приводят к увеличению интенсивности осаждения и обезвоживания осадков. Скорость процесса осаждения определяется химическим составом входящих веществ, структурой данных частиц, дисперсностью и влагосодержанием осадка. Таким образом, увеличение показателей пористости и влагосодержания осадка приводит к уменьшению скорости осаждения.

В качестве компонента, ускоряющего осаждения рекомендуется использовать высокомолекулярные флоккулянты. Эти коллоидные частицы (сuspension осадка) обладают отрицательным зарядом, что создает силы электростатического отталкивания, препятствующие коагуляции (свертывание, затвердевание, разделение коллоидного раствора на две фазы). Полиакриламид (ПАА)- высокомолекулярный флоккулянт, позволяет повышать скорость осаждения в 20÷40 раз. Для повышения эффективности действия осветителей применяют такие способы, как магнитная и электрическая обработка суспензии, для этого концентрируют в растворе твердые взвеси.

Таблица 2

## Производственная схема очистки коммунальных СВ

Компоненты загрязнения сточных вод	Песок или крупные частицы	Масла, жиры	Осаждаемый материал	Биологически разлагаемые и адсорбирующиеся вещества	Бактериальный ил
Возможные варианты очистки	Песчаный фильтр	Отделение плавающих веществ	Первый отстойник	Биологическая очистка	2-й осветляющий бассейн
Обязательный биокомпонент обработки	Обработка ила				
Результат	Очищенная вода				

Эффективным методом доочистки сточных вод является озонирование (рис. 3).

Данный способ эффективно воздействует на большинство загрязнителей естественного и искусственного происхождения с одновременным обеззараживанием воды. К свойствам  $O_3$  относят:

Рис. 3. Представлены свойства  $O_3$ 

На экспериментальных площадках внедрения озонной технологии позволяет получать компонент озона, попутно решая вопрос о доставки используемых хлора и его производных. В европейских странах, США, Японии метод получил широкое распространение. В качестве примера - в Швейцарии на миллион жителей приходится 24 озонаторные установки, а в России - только 0.02.

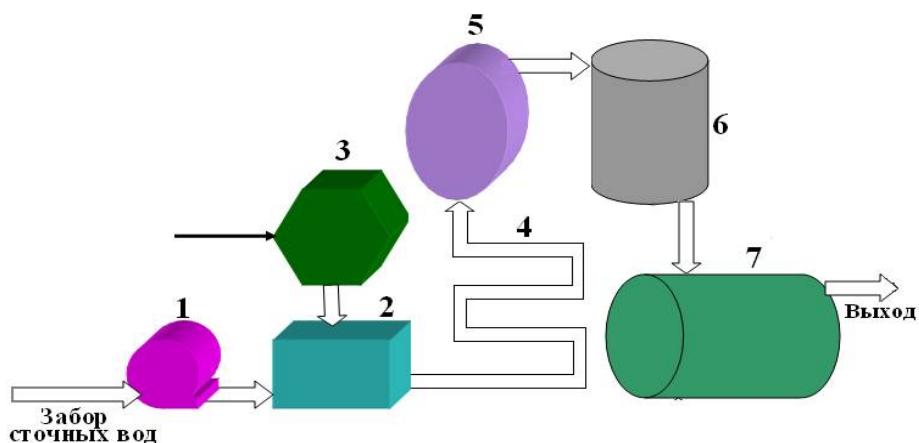
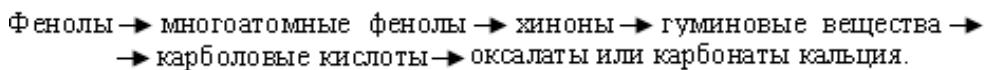


Рис. 4. Технологическая схема доочистки сточных вод озонированием (1 – заборный насос; 2 – кавитационный смеситель; 3 – озонатор; 4 – теплообменный змеевик; 5 – дегазатор; 6 – отстойник; 7 – биофильтр)

Озонирование включает в себя процесс абсорбции, который в дальнейшем сопровождается химической реакцией в жидкой фазе (хемосорбцией). Эффективность данного процесса можно определить с применением величин удельной поверхности контакта фаз и коэффициента массопередачи. Применение высокointенсивных контактных аппаратов в данном методе позволяет достигнуть создание непрерывно обновляющейся межфазовой поверхности.

Для процесса перемешивания озона с водой применяют кавитационный метод, ценность которого заключается в образовании пустот в движущейся жидкости. В зоне кавитации создается глубокий вакуум, куда подводится озона – воздушная смесь. Это наиболее экономический выгодный способ смешивания 95 ÷ 99 % озона. Часть жидкости переходит в парообразное состояние, следовательно, поверхность контакта фаз при кавитации увеличивается в тысячи раз, так как перемешивание происходит на уровне «газ с газом». Кавитационные аэраторы просты по конструкции, компактны, не требуют глубоких контактных камер.

Превращение фенола в процессе озонирования протекает в последовательности представленной:



Процесс превращения фенолов при озонировании зависит от начальной концентрации фенолов и озона, показания рН среды и наличия примесей других компонентов. В процессе реакции образуются продукты окисления фенолов озоном, которые становятся нетоксичными и некумулятивными. Разложение фенола озоном сопровождается распадом бензольного кольца при затрате 3 молей озона на 1 моль фенола. На следующей стадии окисления происходит образование кислот: глиоксалевой, уксусной, малеиновой и щавелевой (при затрате до 5 молей кислорода на 1 моль фенола).

В кавитационный смеситель (2) сточные воды поступают из бассейна с помощью заборного насоса (1), где происходит их перемещение с озона – кислородной смесью, поступающей из озонатора (3).

Двухфазный поток через змеевик (4) поступает в дегазатор (5), который обеспечивает взаимодействие озона со сточными водами. В дегазаторе (5) происходит разделение жидкой и газовой фаз, после этого стоки попадают в отстойник (6) и биофильтр (7).

Таким образом, исследования по доочистке сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, по средствам озонирования, позволяет снижать содержание компонентов нефти (с 40 мг/л до 4 мг/л.), фенолов и других соединений в сточной воде [2, 6].

#### Литература

1. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка [Текст]: / А. С. Гринин, В. Н. Новиков // М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.- 336 с.
2. Гвоздев, В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация. [Текст]: / В.Д. Гвоздев и др. // М.: Химия, 1998.
3. Ильницкий, А. П. Канцерогенные вещества в водной среде. [Текст]: / М., 1993.
4. Паль Л. Л. и др. Справочник по очистки природных и сточных вод. [Текст]: /М.: Высшая школа, 1994
5. Руководство по контролю качества питьевой воды. [Текст]: / Женева, 1986.
6. Винокурова И. М. Решение стационарных задач при определении геометрических параметров контрольного объема электролита [Текст] / И. М. Винокурова. Обеспечение качества продукции на этапах конструкторской и технологической подготовки производства: межвуз. сбор. науч. тр. - Вып. 8. -Воронеж. 2011. -С. 16-21.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

V. V. Zakharov, L. B. Safonova, I. M. Vinokurova

#### ESTIMATION OF EFFICIENCY OF THE TENOLOGICAL DIAGRAM OF WASTE WATER TREATMENT BY OZONING

The article analyzes the effectiveness of technological schemes, in particular the method of ozonation of wastewater treatment

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 504.06

В. В. Захаров, Л. Б. Сафонова, И. М. Винокурова

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА Г. ВОРОНЕЖА

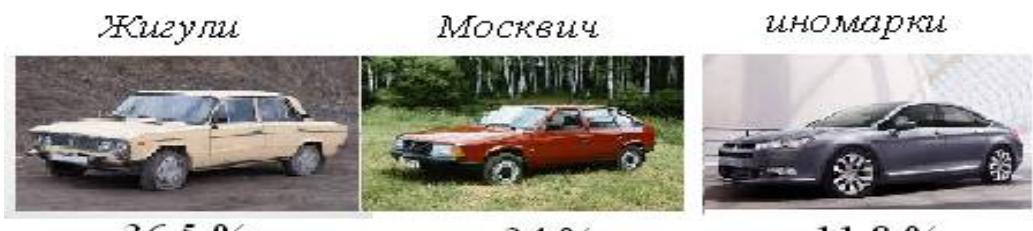
В материале приводится анализ химического воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Воронежа и выданы рекомендации комплексных мер

Установлено, что за последнее время загрязнение окружающей среды выбросами автотранспорта приняло угрожающий характер [1-2]. Для 90-х годов доля загрязнений токсичными веществами в атмосферу автомобильным транспортом, приходилась  $\approx 13\%$ , на настоящее время она превышает 60 % от всех выбросов.

При сжигании топлива карбюраторными двигателями автомобилей образуются в качестве продуктов выброса более 200 токсических веществ, среди которых такие компоненты как оксиды углерода (II, IV) ( $\text{CO}_x$ ), азота (II, IV) ( $\text{NO}_x$ ), углеводорода ( $\text{C}_m\text{H}_n$ ), сернистый газ (диоксид серы -  $\text{SO}_2$ ), альдегиды, сажа и т. д. Особое внимание уделяется таким опасным канцерогенным соединениям как соединения свинца и углеводородов. Опытным путем установлено, что в период торможения отработанные газы карбюраторных двигателей выделяют значительное количество соединений углеводородов, приводящие к возникновению опасных заболеваний. Особое внимание следует уделять выбросам автотранспорта при работе двигателей в режиме холостого хода и при максимальных нагрузках, так как в этот период образуется максимальное количество токсических веществ особенно оксида углерода ( $\text{CO}$ ).

Для современного общества особо важно вовремя проводить технические мероприятия по определению технического состояния двигателя, правильной регулировкой карбюратора, своевременная замена используемых смазок и использование экологически чистых марок топлива, чтобы достичь максимального снижения угарного газа в выхлопных газах.

Нами были проведены исследования на содержание в атмосферном воздухе оксида углерода, оценивалась загруженность участка Московского проспекта в зависимости от видов транспорта, изучалась окружающая обстановка. Согласно методике, изложенных в методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Экология» [1], загрязнение окружающей среды, а именно атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей рассчитывалось поконцентрации окиси углерода (II) ( $\text{mg/m}^3$ ). В результате полученных данных установлено превышение ПДК по концентрации  $\text{CO}$  в 17 раз (ПДК составляет 5  $\text{mg/m}^3$ ) [1]. На законодательном уровне установлено, что содержание токсических веществ в выхлопных газах автотранспорта регламентируется следующим документом ГОСТ 17.22.03-87 и в настоящее время он не пересматривался. По статистическим данным более 25 % автомобилей имеют превышение ПДК окиси углерода  $\text{CO}$  (II) в выхлопных газах, в том числе по моделям:



При этом необходимо иметь в виду, что еще у 10 % автомобилей содержание СО (II) в выхлопе была равна ПДК.

В современном обществе количество автомобилей на дорогах возросло во много раз, следовательно, на порядок возрос валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных транспортных средств. Статистика за 2016 год показала, что выброс составил 135,478 тыс. тонн.

Перечень основных вредных веществ для города, загрязняющих приземные слои атмосферы

Наименование загрязняющих веществ	Фактический выброс загод (тыс. тонн)	Класс опасности
Азота диоксид	2,716	2
Углерода оксид	1,691	4
Ангидрид сернистый	1,508	3
Пыль	3,367	
Формальдегид	0,0025	2
Фенол	0,0006	2
Бутадиен	0,0958	4
Толуол	0,1670	3
Ксиол	0,1140	3
Бенз(а)пирен	0,000002	1
Стирол	0,0442	2

Таким образом, для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автомобильных передвижных средств необходимо учитывать и рассматривать следующие положения:

1. Своевременно пересматривать каждые три года территориальную комплексную схему развития транспорта согласно измененному генеральному плану города на текущий момент, с учетом изменения степени загазованности автомагистралей;
2. Разработать программу по внедрению нейтрализаторов отработанных газов для установки на автомобили;
3. Внедрять в систему автопарка альтернативные бензину экологически чистые виды топлива.

#### Литература

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Экология» для студентов всех специальностей очной формы обучения. [Текст]:/ Часть 2. /ГОУВПО ВГТУ; сост. Л. Б. Сафонова, В. Ю. Лозовая, Л. Н. Звягина, 2009.-34 с.
2. Сафонова Л. Б., Сафонова Е. Ю. Загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта [Текст]:/Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований. Материалы 2-ой Межрегиональной научно-практической конференции. Воронеж, 2006.-с.28-29.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

V. V. Zakharov, L. B. Safonova, I. M. Vinokurova

#### ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY EMISSIONS OF MOTOR TRANSPORT G. VORONEZH

The material provides an analysis of the chemical impact of vehicles on the environment of the city of Voronezh and recommendations for comprehensive measures are given

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В материалах проведен анализ структуры эколого-геологического мониторинга. Разработаны и представлены методические основы оценки состояния окружающей среды

Под Глобальной системой мониторинга современного состояния окружающей среды понимают систему контроля, наблюдения за изменением параметров окружающей среды, загрязнением токсическими веществами, происходящими природными явлениями, а также оценки и прогнозированием изменений природной среды, вызванной хозяйственной деятельностью общества [1, 2].

Образованный в 1999 году федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу Единый государственный фонд дает возможность формировать и анализировать банк данных о состоянии природной среды и оценки уровня ее загрязненности. Первоочередной задачей государственного фонда является сбор и хранения информации для дальнейшей обработки и анализа. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, федеральные органы исполнительной власти и их территориальные органы должны сохранять полученные данные для систематизации и дальнейшего анализа.

Основной задачей подразделения эколого-геологического мониторинга (ЭГМ) является сбор достоверной и оперативной информации, аналитическая обработка данных о состоянии компонентов природной среды и соблюдение интересов обеспечения экологической безопасности государства.

Структура эколого-геологического мониторинга содержит три уровня, каждый из которых охватывает свои важнейшие цели и выполняет следующие задачи, представленные на рис. 1.

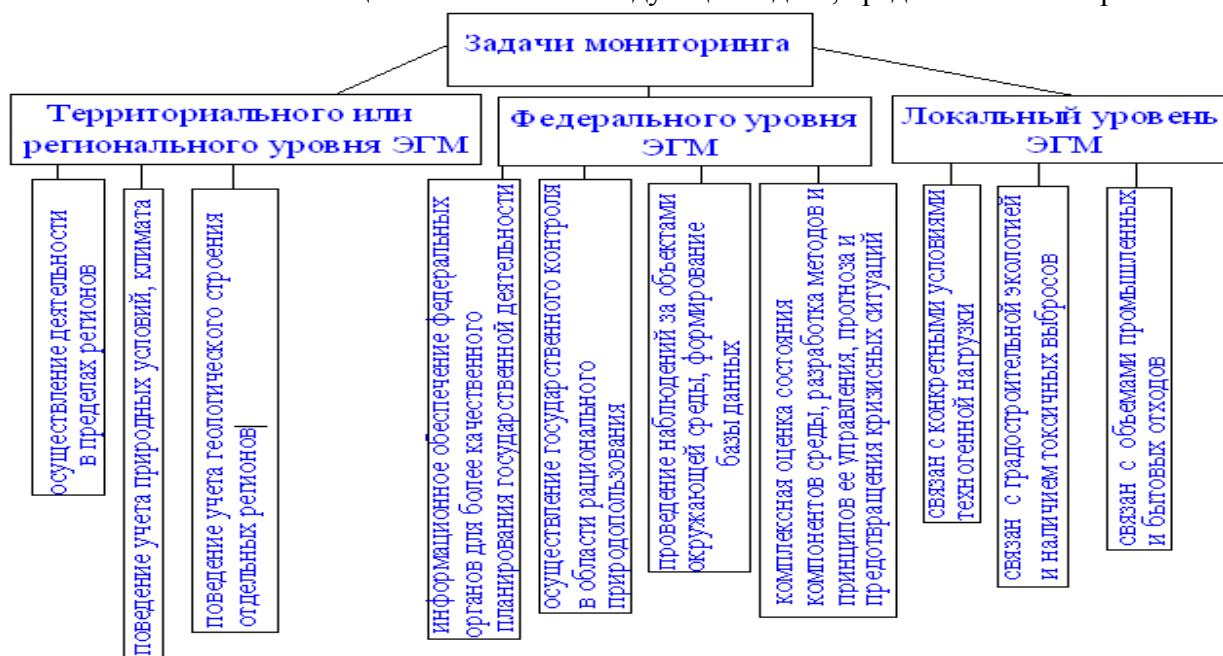


Рис. 1. Уровни Эколого-геологического мониторинга

Все уровни ЭГМ включены в общую систему единого целого для создания математической базы обработки информации. Созданная модель матрицы данных позволяет обрабатывать оперативную информацию состояния техногенной нагрузки в контрольных точках сбора характеристик данных в различные моменты времени.

При создании эколого-геологического мониторинга необходимо учитывать:

- ландшафно-геохимические особенности территории;
- сезонные колебания гидродинамических показателей водоносных горизонтов;
- структурные составляющие водосборных площадей поверхностных вод, учета их полноводности и степени загрязнения;
- минералогический состав донных отложений, степень их загрязнения и путей их транспортировки;
- морфологические и биохимические особенности экосистем и миграции токсических веществ по пищевым цепям;
- степень изменения почвенного покрова и его состояние на текущий момент;
- географические расположение территории;
- климатические особенности района с учетом изменяющихся условий;
- технические параметры территории, наличие площадей под накопители и полигоны, источников выбросов токсических веществ;
- систему наблюдений за состоянием окружающей местности;
- эффективность предлагаемых мероприятий по охране эксплуатируемых и проектируемых экологических систем;
- определение возникновения отклонений от нормы загрязняющих веществ и причины их возникновения.

Использование методики оценки состояния окружающей среды в рамках эколого-геологического мониторинга возможно по расчету коэффициента симметрии листа. Для оценки состояния среды необходимо использовать биохимические, физиологические, цитологические и морфологические характеристики. Дать общую оценку состояния среды можно используя одну характеристику. В связи с усилением антропогенного воздействия необходимо использовать многоструктурный комплексный подход, который включает оценку колебаний экологических факторов и их влияние на организмы, оценка состояния здоровья человека. Поэтому важны исследования, дающие возможность оценивать состояние среды по морфологическим и цитогенетическим характеристикам. Рассматривая изменения характеристик у объектов растительного происхождения их урожайности, поражение вирусами, можно делать выводы о степени загрязнения геологической среды и прогнозировать опасность для человека. Многообещающим подходом для экологической характеристики состояния среды является морфологический метод, охватывающий все аспекты. Экспресс-метод определения состояния литосферы по морфологическим показателям довольно прост в отличие от дорогостоящего и сложного цитогенетического метода. Исследования показали уникальность рассматриваемого метода, используемого при оценке состояния литосферы в экологически опасном районе в условиях техногенного загрязнения. Результаты исследований с помощью морфологического метода подтвердились данными цитогенетического мониторинга и обосновали оценку степени загрязнения геологической среды морфологическим методом и прогнозировали опасность для здоровья человека [2].

Предлагаемый эколого-геологический мониторинг апробирован на ряде объектов, которые характеризуются определенным уровнем и интенсивностью техногенной нагрузки на экосистему, такие как Новолипецкий металлургический комбинат, территория г. Воронежа, Михайловский горнодобывающий комплекс г. Курска.

#### Литература

1. Винокурова, И. М Анализ характера воздействия электрохимического производства при распространении опасного вещества в условиях аварийных выбросов [Текст] / И.М. Винокурова, Д. В. Барковская //Обеспечение экологической безопасности в чрезвычайных ситуациях: тр. II – й междунар. научн. - практической конф. Воронеж. ВГТУ.Ч. 2. 2007.С. 661-664.
2. Винокурова, И. М. Меры по обеспечению экологической безопасности при утилизации отходов электрохимического производства [Текст] / И. М. Винокурова, Е.С. Берестнева //Обеспечение экологической безопасности в чрезвычайных ситуациях: тр. II – й Междунар. научн. - практической конф. - Воронеж. ВГТУ. Ч. 2. -2007. -С. 655-661.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

E. A. Pliseyina, L. B. Safonova, I. M. Vinokurova

## DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF ECOLOGICAL-GEOLOGICAL MONITORING

The materials analyze the structure of environmental and geological monitoring. The methodological foundations for assessing the state of the environment are developed and presented

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 351.861,614.8.084

И. А. Новикова<sup>1</sup>, А. М. Недоводеева<sup>1</sup>, А. А. Усачёва<sup>2</sup>

### АНАЛИЗ МЕР ПО ЛИКВИДАЦИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БРОНЗОЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ОАО «ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ЗАВОД ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ» И НЫНЕШНЯЯ ОБСТАНОВКА НА ЗАРАЖЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

В статье анализируются меры, предпринятые по ликвидации радиоактивного заражения в бронзолитейном цехе открытого акционерного общества «Электростальский завод тяжелого машиностроения» и нынешняя радиационная обстановка на прилегающей территории

В век информационных технологий, мы часто говорим о проблемах информированности, ведь зачастую данные о происшествиях и авариях скрываются или преуменьшаются, а то, что есть в открытых источниках – домыслы. Скупые источники информации приводят лишь к тому, люди не понимают и не знают, что делать. С ними необходимо разговаривать, выходить на открытый диалог, иначе возникают слухи, паника, как это было с Чернобыльской аварией. Что первичнее? Интересы государства или отдельные личности? Уровень коммуникации, доверия между обществом и властью должен быть на высочайшем уровне. Информированность – наша главная защита. Одним из примеров может стать происшествие на ОАО «ЭЗТМ» о котором многие жители города Электросталь не знают и по сей день.

В апреле 2013 года во время переплавки заготовки на территории завода ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения», был распален цветной металл с источником цезия-137, что привело к выбросу радиоактивного изотопа, через венттрубу печи в атмосферу.

На основе открытых источников сети Интернет нами были изучены и проанализированы «Мероприятия по ликвидации инцидента и снижения негативного воздействия на окружающую среду». Анализ проведенных аварийно-спасательных и других неотложных работ, в состав которых входили такие действия, как:

1. Организация режима прохода с обустройством саншлюза и возведение ограждения (забора) по границе МЭД не более 0.6 мкЗв/ч для недопущения несанкционированного доступа;
2. Локализация источников выбросов методом герметизации окон, дверей, ворот и инженерных проёмов в стенах и кровле здания;
3. Организация внешних инженерных радиационных барьеров для безопасности работ в рядом расположенных зданиях;
4. Организация непрерывного радиационного контроля с использованием АСКРО;
5. Организация системы регулирования стоков и обустройство 2-х дренажных каналов

вдоль длинной стороны здания и колодца-сборника для сбора стоков по периметру здания;

6. Организация чистки в автоматическом режиме стоков из колодца-сборника установкой «Аква-экспресс»;

7. Радиационный контроль и влажная уборка помещений в рядом расположенных зданиях;

8. Организация площадки сбора и удара РАО, пункта контроля обработки ТС, организация временного саншлюза в районе южных ворот здания;

9. Изъятие из здания и вывоз материалов, оборудования и инструментов, представляющих наибольшую радиационную опасность, но не требующих дополнительных работ по их демонтажу;

10. Сухая (пленоочная) дезактивация кровли здания;

11. Инженерное радиационное обследование инструментального цеха, аварийного здания (цеха) и его крыши, прилегающей к этим цехам территории и территории за пределами зоны ограждения объекта, проведение комплекса расчетов с целью выработки рекомендаций по вариантам реабилитации этих территорий и улучшению радиационной обстановки в инструментальном цехе.

Рассмотрев по прошествии 6 лет последствия инцидента на изучаемом объекте, приходим к выводу, что меры по ликвидации радиоактивной защиты уже не эффективны и не обеспечивают надлежащей защиты.

Об этом свидетельствуют превышающие ПДК в сотни раз результаты замеров радиоактивного фона на территории завода, сделанные в 2019 году.

Следует особо обратить внимание на такие неэффективные аспекты обеспечения комплексной безопасности, как:

1. Забор из сетки рабицы – не является в должной степени защитой от несанкционированного доступа посторонних лиц на зараженную территорию;

2. «Герметизация окон, дверей, ворот и инженерных проёмов в стенах и кровле здания». Сделана обычной монтажной пеной, срок защитных свойств которой подошёл к концу еще в начале 2018 года. Защитные свойства пены сильно зависят от воздействия окружающих факторов, таких, как УФ – излучение, влажность, правильность заливки. От ультрафиолетовых лучей пена меняет свою кристаллическую структуру и становится подобна губке, впитывая влагу – она окончательно может разрушиться. И защищает лишь от пыли и сквозняков, но является паропроницаемым материалом. Так, перепады температуры ведут к снижению защитных свойств. Усадка пены – еще одна проблема, с которой можно столкнуться при неправильном монтаже.

Ввиду того, что главную опасность сейчас составляют частички пыли горячего источника, и их выход в атмосферу еще сильнее усугубил бы ситуацию, вопрос о сносе (полной ликвидации) бронзолитейного цеха не рассматривается категорически.

Так как период распада изотопа Цезия-137 составляет 60 лет, вариант снижения и защиты от радиоактивного заражения можно рассмотреть Консервациоцеха газосиликатным кирпичом, закрывающим от воздействия внешней среды. Обновить пену и залить сверху силикогелем.

Ближайший пункт АСКРО – Сергиев Посад

Численность постоянного населения в трудоспособном возрасте растёт из года в год и составляет около 65-70 % от общего количества населения. Средний возраст трудоспособных жителей – 41 год. Низкая рождаемость мальчиков – неустанно растущая тенденция. Обратившись к статистике, видим, что на 1000 человек рождаемость имеет значение 9, а смертность – 16.4 %

Расчеты позволяют аргументировать, что при разгерметизации здания, радиус нижнего концентрационного предела будет равен 169 метров, высота нижнего концентрационного предела будет равна 5,6 метра, а операторская получит тяжелые повреждения, соответственно подлежит восстановлению.

Исходя из вышеперечисленных факторов возникновения ЧС на всех видах транспортной инфраструктуры, связанной с транспортировкой, хранением, добычей и реализацией жидкостных топливных компонентов, мы делаем выводы, что основными причинами являются:

- 1) ненадлежащее внимание техническому осмотру состояния техники в пунктах формирования и оборота, а также не качественное обслуживание по всему пути следования;
- 2) недобросовестное, а равно, халатное отношение к исполнению служебных обязанностей;
- 3) нарушения трудового законодательства Российской Федерации установленного в сфере (области) охраны режима труда и отдыха прописанного в пятом разделе Трудового кодекса РФ;
- 4) неготовность к сезонным изменениям погодно-климатических условий и отсутствием оснащенности муниципальных коммунальных служб, «Росавтодора», аэродромных служб, служб пути (РЖД) и портовых служб для принятия своевременных мер по ликвидации и снижению аварийной обстановки на пути следования.
- 5) неслаженность информационного взаимодействия между участниками транспортного процесса (компания по перевозке жидкостных топливных компонентов и экспедиторы) в отсутствии обмена данными по изменению погодных условий, состоянию ледового покрова моря, изменений уровня моря и течений, аварийной обстановки на дороге, ремонтно-восстановительных работ [9].

Таким образом, необходимо более детально прорабатывать маршруты следования, повысить контроль за качеством технического обслуживания в пунктах оборота. Уделить особое внимание обучению личного состава действиям в нештатных ситуациях, а так же их морально-психологическому состоянию перед рейсом, соблюдению режима труда и отдыха. Чаще проводить инструктажи по охране труда, своевременно знакомить с произошедшими ЧП на производстве и проводить их детальный разбор с персоналом, во избежание повторения.

Работа Электростальского завода тяжелого машиностроения (ЭЗТМ), на котором в ходе проверки были выявлены нарушения норм радиационной безопасности, угрожавшие радиоактивным загрязнением окружающей среды, приостановлена на три месяца по решению суда, сообщило Управление федеральной службы судебных приставов по Московской области.

"Причиной тому послужило вынесенное судом постановление по делу об административном правонарушении, выявленном в ходе внеплановой проверки сотрудниками Роспотребнадзора. У специалистов вызвало серьезное беспокойство нарушение заводом законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и норм радиационной безопасности", — говорится в сообщении.

"Кроме того, сотрудники Роспотребнадзора обнаружили, что ОАО "ЭЗТМ" не предприняты практические меры сведения к минимуму радиоактивного загрязнения окружающей среды с выполнением защитных мероприятий. Выявленные нарушения вследствие распространения радиоактивного загрязнения создают реальную угрозу окружающей среде, жизни и здоровью людей", — отмечается в сообщении.

По результатам проверки в отношении ЭЗТМ было возбуждено дело об административном правонарушении по ст. 6.3 КоАП РФ (нарушение законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения). Материалы дела об административном правонарушении были переданы в Электростальский городской суд, который признал руководство завода виновным в совершении административного правонарушения и назначил наказание в виде административного приостановления деятельности на 90 суток.

В апреле 2013 года в одном из цехов ЭЗТМ, где переплавлялся металл, были

обнаружены источники ионизирующего излучения. Тогда специалисты вывезли радиоактивный металлом на полигон для утилизации.

#### Литература

1. Винокурова, И. М. Особенности эксплуатации углеводородных горючих как топливных компонентов в АРД [Текст]// И. М. Винокурова, Н. А. Подакин, М. А. Курбатов, В. С. Носова/ мат. тез. Авиакосмические технологии (АКТ-2018) XIX междунар. науч.-техн. конфер. И школы молодых ученых, аспирантов и студентов.-Воронеж: ООО Фирма “Элист”; 2018.-С. 142-144.
2. Винокурова, И. М. Процессы коррозии нефтегазового оборудования в различных климатических условиях[Текст] / И. М. Винокурова, Т. В. Лапунина, Д. Ю. Дворядкина / межвуз. сб. науч. тр. Химия, новые материалы, химические технологии:- Воронеж: ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”, 2015. – Вып. 7. с. 54-59.
3. Винокурова, И. М. Метод мониторинга коррозии трубопровода [Текст] / И. М. Винокурова, В. В. Коротков, Д. Э. Иванова, В. А. Русин // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы междунар. науч.- практич. конф. Воронеж: ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”, 2015. -Ч. IV.- С. 52-57.
4. Винокурова, И. М. Влияние топливных компонентов на прочностные характеристики агрегатов ЖРД [Текст] / И. М. Винокурова, Н. А. Подакин// Авиакосмические технологии (АКТ-2017): тр. XVIII междунар. науч.-технич. конф. и школы молодых ученых, аспирантов и студентов.-Воронеж. 19-20 октября 2017 г: ООО Фирма “Элист”; - Воронеж.- 2017. с. 217-222.

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия  
<sup>2</sup>Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

I. A. Novikova<sup>1</sup>, A. M. Nedovodeeva<sup>1</sup>, A. A. Usacheva<sup>2</sup>

#### ANALYSIS OF MEASURES TO ELIMINATE RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE BRONZE FOUNDRY OF JSC "ELEKTROSTAL HEAVY MACHINERY PLANT" AND THE CURRENT SITUATION IN THE INFECTED AREA

The article analyzes the measures taken to eliminate radioactive contamination in the bronze foundry of the open joint stock company "Elektrostal heavy machinery plant" and the current radiation situation in the surrounding area

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia  
<sup>2</sup>Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

УДК 504.61

А. А. Тумасьева, А. А. Павленко, О. Г. Лихачева

#### РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ НА ПРИМЕРЕ ЦЕХА ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ

Цель исследования заключается в обосновании инженерно-технических мероприятий направленных на ликвидацию пожаров, на примере нефтеперерабатывающего предприятия

В данном исследовании применяли подход для критериальной оценки пожарной безопасности производств «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз». В качестве локальных критериев оценки деятельности промышленных объектов по вопросам пожарной безопасности можно принимать показатель, характеризующий степень выполнения на объекте требований пожарной безопасности по предписаниям Госпожнадзора и объектовой пожарной охраны,  $P_{n.o.}$ :

$$P_{n.o.} = \frac{n_{n.o.}^6}{n_{n.o.}^n}, \quad (1)$$

показатель, характеризующий степень выполнения требований пожарной безопасности на объекте согласно актам пожарно-технических комиссий,  $P_{nmo}$ :

$$P_{nmo} = \frac{n_{nmo}^6}{n_{nmo}^n}, \quad (2)$$

показатель, характеризующий обеспеченность объекта автоматическими средствами пожаротушения,  $P_m$ :

$$P_m = \frac{n_m^6}{n_m^n}, \quad (3)$$

показатель, характеризующий обеспеченность объекта автоматической пожарной сигнализацией,  $P_c$ :

$$P_c = \frac{n_c^6}{n_c^n}, \quad (4)$$

показатель, характеризующий состояние средств автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации,  $P_{ay}$ :

$$P_{ay} = \frac{n^p}{n^o}, \quad (5)$$

показатель, характеризующий состояние пожарных гидрантов,  $P_e$ :

$$P_e = \frac{n_e^p}{n_e^o}, \quad (6)$$

показатель, характеризующий состояние внутренних пожарных кранов,  $P_k$ :

$$P_k = \frac{n_k^p}{n_k^o}, \quad (7)$$

показатель, характеризующий обеспеченность объекта инструкциями и знаками пожарной безопасности  $P_i$ ; показатель, характеризующий состояние противопожарного режима при проведении на объекте огневых и огнеопасных работ; показатель, характеризующий соответствие путей эвакуации на объекте требованиям пожарной безопасности; показатель, характеризующий деятельность пожарно-технических комиссий,  $P_{nmo}$ :

$$P_{nmo} = \frac{n_{nmo}^p}{n_{nmo}^h}, \quad (8)$$

показатель, характеризующий боеготовность ДПД на объекте,  $P_{dpd}$ ; показатель, характеризующий уровень пожарно-технической подготовки рабочих и служащих,  $P_{p.c.}$ ;

показатель снижения пожарной опасности за счет замены легковоспламеняющихся и горючих веществ негорючими,  $P_e$ :

$$P_e = \frac{n_e^3}{n_n^n}, \quad (9)$$

показатель, характеризующий состояние агитационно-массовой работы по пропаганде знаний требований пожарной безопасности на объекте,  $K_a$ .

В качестве показателя, характеризующего снижение пожарной безопасности объекта за счет произошедших пожаров и аварий, примем величину

$$K_c = \frac{1}{n_n}, \quad (10)$$

где  $n_n$  - количество пожаров и загораний, произошедших на промышленном предприятии.

Построение глобального критерия оценки промышленных объектов по уровню их пожарной безопасности провели на примере для цехов «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз».

На основании экспертного оценивания строим множество предпочтений следующего вида:

$$J = \{(1, 8), (9, 1), (3, 4), (2, 3), (9, 3), (8, 9), (6, 7), (6, 9), (4, 3), (8, 3), (1, 9), (5, 2),$$

$$(8, 7), (6, 5), (4, 5), (2, 9), (3, 9), (7, 3), (9, 5), (1, 2), (4, 9), (5, 3), (2, 3), (8, 6), (1, 7)\}$$

Провели расчет компонент вектора оценки параметров линейной свертки с помощью программного комплекса PLP88.

Получили следующие значения параметров  $\alpha_i$ :

$$\alpha_1 = 1,9585 \quad \alpha_2 = 5,703 \quad \alpha_3 = 8,456 \quad \alpha_4 = 1,8525 \quad \alpha_5 = 2,45$$

$$\alpha_6 = 1,851 \quad \alpha_7 = 2,971 \quad \alpha_8 = 3,9435 \quad \alpha_9 = 3,925 \quad \alpha_{10} = 2,7921$$

$$\alpha_{11} = 0,8795 \quad \alpha_{12} = 3,98 \quad \alpha_{13} = 0,9135 \quad \alpha_{14} = 1,89 \quad \alpha_{15} = 6,85$$

$$\alpha_{16} = 2,591$$

Подставляя значения компонент вектора  $\alpha$  и значения локальных критериев оценки пожарной безопасности в линейную свертку получили значения агрегированного критерия пожарной безопасности для каждого промышленного предприятия. Результаты расчета агрегированного критерия пожарной безопасности для цехов «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Рассчитанные значения глобального критерия ПБ

Производства «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз»	$K_{PB}(C)$
1. ДНС-19 ЦППН	85,243
2. ДНС-18 ЦППН	84,049
3. ДНС-16 ЦППН	64,022
4. ДНС-13 ЦППН	63,748
5. ДНС-11 ЦППН	62,026
6. ДНС-4 ЦППН	71,493
7. ДНС-3 ЦППН	71,875
8. ДНС-2 ЦППН	84,954
9. ДНС-1 ЦППН	63,822

В работе изложен общий подход к классификации промышленных предприятий по оценке уровня их пожарной безопасности, рассчитываемой по методике. Суть методики ранжирования заключается в том, что по таблице 2 определяется, в какой интервал попадает полученное значение оценки уровня противопожарной защиты. На основании этого делается вывод об уровне противопожарной защиты данного объекта.

Провели ранжирование для цехов «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз» по степени их пожарной безопасности, используя табл. 2.

Таблица 2  
Классификация объектов по степени их пожарной безопасности

Степень пожарной безопасности объекта	Характеристика пожарной безопасности объекта	Значение оценки уровня пожарной безопасности
I	Образцовое противопожарное состояние	$K_{PB} > 84$
II	Хорошее противопожарное состояние	$69 < K_{PB} \leq 84$
III	Удовлетворительное противопожарное состояние	$39 < K_{PB} \leq 69$
IV	Низкий уровень противопожарного состояния	$24 < K_{PB} \leq 39$
V	Неудовлетворительное противопожарное состояние	$K_{PB} \leq 24$

В образцовом противопожарном состоянии находятся три объекта: ДНС-19 ЦППН ( $K_{PB}=85,24$ ), ДНС-18 ЦППН ( $K_{PB}=84,05$ ), ДНС-2 ЦППН ( $K_{PB}=84,95$ ).

В хорошем противопожарном состоянии находятся два объекта – ДНС-3 ЦППН ( $K_{PB}=71,875$ ) и ДНС-4 ЦППН ( $K_{PB}=71,493$ ).

В удовлетворительном противопожарном состоянии находятся объекты: ДНС-1 ЦППН ( $K_{PB}=63,82$ ), ДНС-4 ЦППН ( $K_{PB}=63,75$ ), ДНС-16 ЦППН ( $K_{PB}=64,02$ ), ДНС-11 ЦППН ( $K_{PB}=62,02$ ).

В неудовлетворительном противопожарном состоянии объектов нет.

Полученные результаты позволили разработать инженерно-технические мероприятия по ликвидации пожаров на территории «ЦППН ТПП Лангепаснефтегаз».

#### Литература

1. Методика оценки последствий аварий на пожароопасных и взрывоопасных объектах / М.: ВНИИГОЧС, 1994. – 47 с.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

A. A. Tumasjeva, A. A. Pavlenko, O. G. Lihacheva

#### DEVELOPMENT OF MEASURES TO PREVENT EMERGENCY SITUATIONS AT AN OIL REFINERY ON THE EXAMPLE OF THE OIL PREPARATION AND PUMPING SHOP

The purpose of the study is to substantiate engineering and technical measures aimed at eliminating fires, using the example of an oil refinery

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Г. А. Сигора, Т. В. Ляшко, Т. Ю. Хоменко

## МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

В статье рассматривается проблема оценки качества родниковых вод Севастопольского региона и мониторинга наиболее загрязненных источников. Представлены результаты исследования химического состава 72 подземных источников нецентрализованного снабжения (42 родника, 18 скважин и 12 колодцев). Всего было выделено три группы: «чистые» – 25 источников; «условно чистые» – 11 источников; «загрязненные» – 34 источника. Оценке подлежали 23 показателя. Исходя из списка оцениваемых параметров были выбраны «индикаторы загрязненности», которыми стали содержание хлоридов, нитрат-ионов и катионов марганца. Основным источником загрязнения природных подземных вод являются нитраты, нормы содержания которых в родниках Севастополя превышены в 3,6-5,5 раз (вплоть до аномального увеличения содержания до 685 мг/л осенью 2019 года) при норме в 45 миллиграмм на литр. При многократном превышении нормативов содержания загрязняющих веществ крайне необходимо проводить регулярный анализ подземной воды.

Проблема водообеспечения Крымского полуострова не теряет своей актуальности. В настоящее время основным источником питьевой воды в регионе являются подземные ресурсы. Однако не все население имеет доступ к общей системе водоснабжения. Часть поселков и городов в пригороде функционируют исключительно за счет частных колодцев, индивидуальных скважин и других альтернатив. Не менее часто встречаются ситуации, когда население даже в городах не удовлетворено качеством водопроводной воды либо предвзято относятся к ее вкусовым характеристикам. По своим убеждениям люди все чаще используют для питьевых целей воду из неорганизованных подземных источников – родников, колодцев и скважин, – не подозревая, что такая вода может быть очень загрязнена. Несомненно, в сложившейся ситуации только проведение мониторинга качества родниковых и иных подземных источников способно предупредить о вероятном ущербе здоровью водопользователей.

Севастопольский регион остается мало изученным в области комплексных гидрогеохимических исследований подземных вод. Это связано с большим разнообразием состава воды в подземных источниках, который, в свою очередь, определяется геологогидрогеологическими и географическими условиями их распространения и формирования, физико-химическими факторами в системе «порода-вода», многообразием антропогенного воздействия. По этой причине необходимы оценка качества родниковых вод и мониторинг наиболее загрязненных источников с целью предупреждения негативного влияния на здоровье населения.

### Объекты и методы исследования

Севастопольский регион имеет значительные запасы подземных вод, использование которых в питьевых целях возросло в разы за последние годы. На базе кафедры «Техносферная безопасность» Севастопольского государственного университета были впервые на единой методической основе проведены исследования химического состава 72 подземных источников нецентрализованного снабжения (42 родника, 18 скважин и 12 колодцев). Всего было взято и проанализировано 128 проб воды.

Анализ наиболее нестабильных из ряда химико-аналитический показателей проводили непосредственно в полевых условиях. С помощью стационарных приборов анализа подвергались более устойчивые параметры. Химические и физико-химические показатели собранных проб из водоисточников определяли титриметрическими, гравиметрическими, потенциометрическими и спектрофотометрическими методами, дополнительно использовали тест-системы и тест-комплекты. Оценке подлежали 23 показателя, вкратце это: ионный состав, обобщенные химические показатели и органолептические свойства. Нормативные значения были взяты из ГОСТ 17.1.3.07-82 [1], СанПиН 2.1.4.1175-02 [2] и СП 2.1.5.1059-01 [3], которые «ориентированы» на

нецентрализованные водоисточники и включают мероприятия по защите от загрязнения подземных водных объектов.

### **Результаты и обсуждения**

Проведенный анализ позволяет обобщенно оценить качество и степень загрязненности подземных вод на территории Севастопольской агломерации. Из всех исследованных показателей превышения нормативных показателей не прослеживалось по следующим пунктам: органолептические свойства, железо общее, фториды, водородный показатель, нитриты, перманганатная окисляемость, никель, сульфаты, карбонаты и гидрокарбонаты. Примечательно, что повсеместно отмечалось пониженное содержание ионов кальция и фтора.

На химический состав воды в источниках Севастопольского региона влияют условия формирования. Так, климатические и геолого-литологические условия позволяют отнести подземные воды региона к группе натриево-кальциевых и магниево-натриевых. Повышенное содержание катионов натрия и магния обуславливает высокие средние показатели жесткости воды, в единичных источниках – до 18 мг-экв/л при норме в 7 мг-экв/л. Значения показателя общей минерализации находятся в диапазоне от «умеренно солоноватых» до «солоноватых». Замечена закономерность, согласно которой минерализация повышается с севера на юг. Между глубиной залегания подземного источника и повышением общей минерализации воды в нем также обнаружена положительная корреляция.

Исходя из списка оцениваемых параметров были выбраны «индикаторы загрязненности», которыми стали содержание хлоридов, нитрат-ионов и катионов марганца. Эти индикаторы служили для присвоения «степени загрязненности» каждому исследованному водоисточнику.

Все проанализированные подземные источники были ранжированы на три группы: «чистые» – 25 источников; «условно чистые» – 11 источников; «загрязненные» – 34 источника.

К категории «чистых» в нашем случае были отнесены те источники, в которых не было обнаружено превышения ни по одному из нормативных показателей. Измерения проб из водоисточников данной группы проводились одноразово.

Группа «условно чистые» источники включает те источники, в которых ПДК каких-либо из измеренных показателей было превышено не более, чем в полтора-два раза. Мониторинг состояния этих подземных водных объектов проводился дважды за квартал.

Те источники, в которых нормативные значения исследуемых параметров были превышены более, чем в 2 раза, «автоматически» относились к категории «загрязненные». Такие источники подлежали регулярному контролю – дважды в месяц.

Как и предполагалось, основная масса «чистых» источников расположена в пригороде в районах с минимальной антропогенной нагрузкой. Географически эти области приходятся на южную и северо-восточную часть региона. Источники находятся в селах Орловка, Терновка, Верхнесадовое, Гончарное, Резервное, относящихся к Севастопольскому региону. Родники и колодцы из группы «чистых» также расположены на т/с Мангуп (у села Ходжи-Сала), в балке Бермана, в СТ «Вишня» и Балаклаве. Водородный показатель проб из «чистых» родников не выходит за пределы нормативных значений, но все равно колеблется в широком диапазоне от 6,79 до 8,15 единиц. Все собранные пробы характеризовались невысокой минерализацией 340-860 мг/л (ПДК составляет 1000 мг/л) и низкими значениями щелочности. Значения перманганатной окисляемости не превышает 1 мг/л, что в 5 раз ниже ПДК. Общая жесткость находится в диапазоне от 3,1 до 6,2 мг/л, но в единичных источниках повышалась до 7,0-9,0 при низком уровне содержания «веществ-индикаторов загрязненности». Такое явление можно связать с локальным явлением повышенной концентрации катионов натрия и магния в определенных подземных водных объектах. Полученные данные позволяют судить о как минимум удовлетворительном качестве воды из

группы «чистых». Их можно употреблять в питьевых целях после обеззараживания (например, кипячения).

«Условно чистые» подземные водные объекты преимущественно расположены на юге региона. Жесткость общая в воде этих источников изменяется от 6,4 до 10 мг-экв/л, что связано с повышенной концентрацией магния в воде. Среда воды слабощелочная – pH (водородный показатель) равен 7-8 единицам. В этой группе уже наблюдаются превышения нормативных значений по содержанию растворенных веществ-индикаторов. Так, в роднике на мысе Фиолент (в районе Царского села) обнаружено превышение ПДК по хлоридам (до 570 мг/л) и общей минерализации (1198 мг/л). Предположительно это связано с интрузией – просачиванием морских вод и их смешиванием с пресными подземными. В остальных источниках эти показатели не превышают нормативных значений и находятся в пределах от 42 до 255 мг/л для хлоридов и от 387 до 786 мг/л для жесткости. Превышения нормативов содержания веществ, которые могут нанести потенциальным ущерб, характерны только для катионов магния и нитрат-ионов. Средняя кратность превышения по нитратам равна 1,5 ПДК (норматив равен 45 мг/л), что соответствует 67,8 миллиграммам на литр.

Подземные водоисточники из категории «загрязненные» расположены в черте города и крупных селах. Из-за повышенного содержания натрия и магния в воде значения жесткости и общей минерализации повышаются от 6,96 до 17 мг-экв/л и от 500 до 1500 мг/л соответственно. Вода слабощелочная – pH колеблется от 7 до 8 единиц. По общей щелочности и перманганатной окисляемости превышения ПДК не наблюдается. По своему составу воду из «загрязненных» источников можно классифицировать как магниево-натриевую и гидрокарбонатно-хлоридную. Концентрация марганца были превышены в 2,5 раза (до 0,25 мг/л при норме в 0,1 мг/л) в скважинах на Северной стороне и в Байдарской долине. Наиболее явным источником загрязнения природных подземных вод являются нитрат-ионы, нормы содержания которых в родниках Севастополя превышены в 3,6-5,5 раз (вплоть до аномального увеличения содержания до 685 мг/л осенью 2019 года) при норме в 45 миллиграмм на литр. Загрязненность нитрат-ионами родниковых вод в Севастополе была описана в ряде публикаций [4, 5].



Рис. 1. Пикообразные скачки концентрации нитрат-ионов в роднике на территории природного парка «Максимова дача»

На рисунке 1 изображен график, отражающий динамику содержания нитрат-ионов в роднике на территории природного парка «Максимова дача» с 2013 по 2019 год. Наблюдается тенденция к увеличению среднего значения концентрации, тем не менее характерны множественные скачки повышения и понижения содержания ионов. Как видно на графике, кратность превышения ПДК может доходить до 15 раз. По причине кратковременного значительного повышения уровня загрязненности воды в роднике необходим постоянный мониторинг ее качества.

Также были зарегистрированы точечные загрязненные колодцы и скважины, которые сосредоточены в крупных селах. Загрязнение в этих случаях связано со сбросами хозяйствственно-бытовых стоков, неправильно организованным сбросом канализационных стоков и наличием поблизости несанкционированных свалок.

Результаты, полученные в ходе проведения исследования, подтверждают факт устойчивой тенденции к повышению концентрации поллютантов в ряде источников Севастопольского региона.

Основной задачей является донесение до населения информации о необходимости проведения мониторинга и оценки качества родниковой воды. К сожалению, многие люди, в особенности местные жители в сельской местности, скептически относятся к результатам «проверки» родников на степень загрязненности. Население отказывается верить в факт превышения допустимых норм.

Наиболее впечатляющим примером может служить «общественный» колодец в селе Вилино, который расположен за пределами Севастопольского региона, но был исследован по просьбе неравнодушных жителей села. ПДК нитрат-ионов была превышена почти в 27 раз и достигла рекордных 1209 мг/л за весь период исследования подземных источников Севастополя и Крыма. В дальнейшем концентрация выросла до вплоть до 1600 мг/л. Жесткость общая также была чрезвычайно высокой и составила 20 мг-экв/л. Были превышены и другие нормативы: магний – 370,04 мг/л (при ПДК, равном 65 мг/л), натрий – 549,17 мг/л (ПДК = 200 мг/л), минерализация – 1995,04 мг/л. Пробы из данного источника относились к немногим, обладающим ощутимым запахом (2 балла).

При этом содержание хлоридов, сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов не превышает допустимых значений, что исключает попадание неорганических удобрений в почву как источник загрязнения воды. С высокой долей вероятности, причиной «зашкаливающих» результатов анализа на нитраты является органическое загрязнение. Примечательно, что другие характерные для органического загрязнения параметры (нитриты и перманганатная окисляемость) находятся в пределах нормы.



Рис. 2. Обстановка вокруг общественного колодца в с. Вилино

Этот колодец был приведен в пример как вопиющий случай инерциального мышления населения. На фото видно, насколько окружающая обстановка является неблагоприятной в санитарно-гигиеническом плане. Тем не менее, люди уверены, что вода там по определению чистая, потому что является подземной. Предоставленные результаты исследования не поменяли отношение к воде: ее продолжают употреблять в питьевых целях, несмотря на предупреждения и предостережения касательно чрезвычайно высокой концентрации нитрат-ионов.

Поэтому важно комплексно изменять ситуацию, делать акцент на просвещение водопользователей, предоставление информации в свободном доступе, в случае необходимости – размещение табличек-аншлагов, отражающих химический состав воды в каждом исследованном источнике и предупреждающих знаков, если нормативы превышены.

Как уже было сказано выше, при многократном превышении нормативов содержания загрязняющих веществ необходимо проводить регулярный анализ подземной воды. Одноразовое наблюдение «умеренно загрязненных» и «загрязненных» источников не несет никакой информации. При этом проводить регулярные анализы с высокой частотой «чистых» родников нецелесообразно. Но в идеале нужно не ограничиваться одноразовой проверкой, а исследовать «чистые» родники дважды в год – в теплое и холодное время года. Это особенно актуально для пересыхающих родников и тех, чей дебит значительно изменяется в зависимости от сезона.

*«Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-35-50004»*

#### Литература

1. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. ГОСТ - 17.1.3.07-82. – М.: Стандартинформ. – 2010.
2. СанПиН 2.1.4.1175 – 02. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17.11.02. – М.: Минюст РФ. – 2002. – 17 с.
3. СП 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.07.01. – М.: Минюст РФ. – 2001. – 9 с.
4. Сигора Г. А. Проблема исследования экологического состояния родников Севастопольского региона / Г. А. Сигора, Т. Ю. Хоменко, Т. В. Ляшко, Л. А. Ничкова // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – № 1 (70). – С. 115-123.
5. Сигора Г. А. Изменение загрязненности нитрат-ионами родников города Севастополя / Г. А. Сигора, Т. В. Ляшко, Л. А. Ничкова, Т. Ю. Хоменко // Системы контроля окружающей среды. – 2018. – № 14 (34). – С. 150-156.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

G. A. Sigora, T. V. Lyashko, T. Yu. Khomenko

#### SPRING WATER QUALITY MONITORING OF SEVASTOPOL REGION

The article considers the problem of assessing the quality of spring waters of the Sevastopol region and monitoring the most polluted sources. The results of a study of the chemical composition of 72 underground sources of decentralized supply (42 springs, 18 wells and 12 wells) are presented. In total, three groups were identified: "pure" - 25 sources; "Conditionally clean" - 11 sources; "Polluted" - 34 sources. 23 indicators were subject to assessment. Based on the list of evaluated parameters, "pollution indicators" were selected, which were the content of chlorides, nitrate ions and manganese cations. The main source of pollution of natural groundwater is nitrate ions, the content standards in the springs of Sevastopol are exceeded by 3.6-5.5 times (up to an abnormal increase in the content to 685 mg / l in the fall of 2019) at a rate of 45 milligrams per liter. If you repeatedly exceed the standards for the content of pollutants, it is imperative to conduct a regular analysis of groundwater.

*«The reported study was funded by RFBR and Sevastopol according to the research project №18-35-50004»*

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

В. М. Лосев, С. Н. Букша, Т. В. Загоруйко, Ю. В. Федорова

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ОБОГРЕВА ПОКРЫТИЙ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ

Предложено техническое решение по предупреждению льдообразования на искусственных покрытиях объектов транспортного назначения с использованием глубинной теплоты Земли

Как известно, «объекты транспортного назначения являются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, а также разрушения природного ландшафта на прилегающей к ней территории» [1].

Наиболее многоплановым и ответственным в работе дорожно-аэродромных организаций России является период между осенней и весенней распутницами, продолжительность которого колеблется от 20 суток в южных регионах до 260 суток в северных регионах.

Экологическое загрязнение прилегающих к объектам транспортного назначения территорий в этот период во многом определяется состоянием покрытий (сухое, мокре, скользкое, заснеженное), условиями движения, и мероприятиями, направленными на улучшение этих условий в соответствии с нормативными требованиями [2].

Особенностью зимнего периода является многократные переходы температуры от минусовых к плюсовым значениям, с образованием на поверхности сооружений снежно-ледяных отложений, которые снижают их эксплуатационные качества, ухудшают экологическую обстановку и безопасность движения транспортных средств (автомобильного и воздушного).

В настоящее время на объектах транспортного назначения для борьбы с зимней скользкостью применяются стандартные технологии и способы, требующие различных трудовых и материальных затрат, времени осуществления очистки поверхности, соответственно оказывающие разное влияние на окружающую среду.

1. Химический способ основан на использовании химических противогололедных материалов (ПГМ) (твердых сыпучих или жидких растворов различных реагентов – хлоридов, нитратов, фосфатов, гликолов и др.), способных переводить снежно-ледяные отложения в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах.

2. Фрикционный способ заключается в использование фрикционных ПГМ (мелкий щебень, песок, песчано-гравийная смесь, шлак, золы уноса) в районах с продолжительными и устойчивыми низкими температурами (ниже -20°C) или там, где применение других ПГМ запрещено.

3. Комбинированный способ основан на применении химико-фрикционных материалов, которые в короткие сроки повышают коэффициент сцепления и ликвидируют снежно-ледяные отложения на объектах подверженных частому гололедообразованию (на мостах, путепроводах, эстакадах и др.).

4. Тепловой способ предусматривает удаление льда тепловыми машинами с высокотемпературными газовыми потоками.

Основные стратегии работ по содержанию покрытий объектов транспортного назначения в период между осенней и весенней распутницами можно представить в виде схемы (рис. 1).

Каждый из указанных способов имеет свои недостатки. Так, например, химические реагенты, которые наиболее эффективно прекращают или существенно снижают образование скользкости, повышают коррозию техники, верхнего слоя покрытий и сооружений объектов транспортного назначения, загрязнение почвы, грунтовых вод,

угнетение растительности. Негативное воздействие солей растянуто во времени, тем не менее, оно очевидно.



Рис. 1. Основные стратегии работ по содержанию покрытий объектов транспортного назначения

Применение фрикционных материалов менее эффективно (по сравнению с химическими ПГМ) и является неэкономичным из-за повышенного их расхода, трудоемкости процесса и рекомендуется для объектов с невысокой интенсивностью движения.

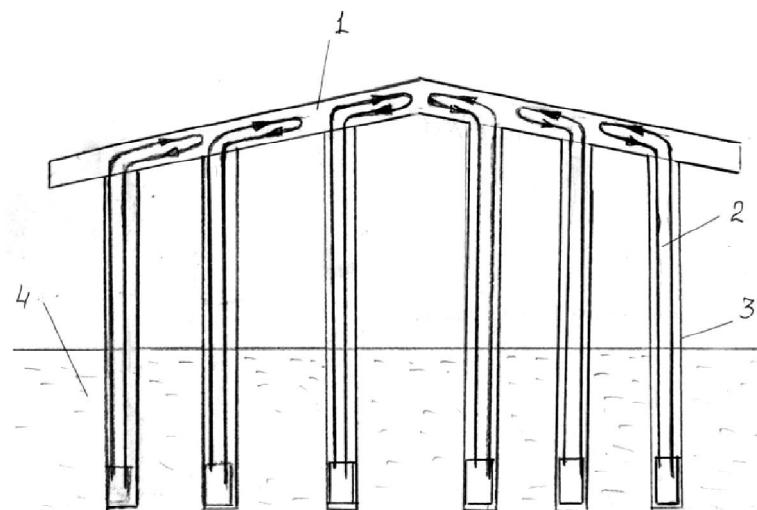
Тепловые способы защиты от обледенения при использовании стационарных систем связаны со значительными капитальными и эксплуатационными затратами. Это главное препятствие их применения на практике.

В связи с этим ведутся поиски решения технических задач с использованием естественных природных процессов, например, низкопотенциальной теплоты Земли. Применение низкопотенциальной глубинной теплоты Земли в 8-10 °С достаточно для решения задачи по защите дорожных и аэродромных покрытий от обледенения, учитывая, что гололед образуется на покрытиях чаще всего при температуре атмосферного воздуха от 0 до -5 °С [3, 4].

Для реализации предложенного технического решения необходимо создать систему передачи глубинной теплоты Земли к верхнему слою искусственного покрытия в необходимом количестве.

Подобные технические решения наиболее целесообразны на относительно небольших искусственных площадках, которыми являются искусственные взлетно-посадочные полосы (ИВПП), отдельные участки автодорог, подземные переходы

Рассмотрим проблему устранения льдообразования по схеме геотермального обогрева (рис. 2) на примере покрытий ИВПП, защита которых от льдообразования является актуальной проблемой зимнего содержания аэродромов.



1 – железобетонное покрытие; 2 – трубчатый теплообменник; 3 – скважина; 4 – водоносный слой

Рис. 2 – Схема геотермального обогрева ИВПП

Для обогрева покрытий бурится скважина, глубина которой зависит от свойств грунтов и годового колебания температуры. Основание скважины должно размещаться в водоносном слое, поэтому наиболее рациональная величина заглубления элемента обогрева должна составлять не менее 6 м. В скважину вставляется трубчатый теплообменник (рис. 3).

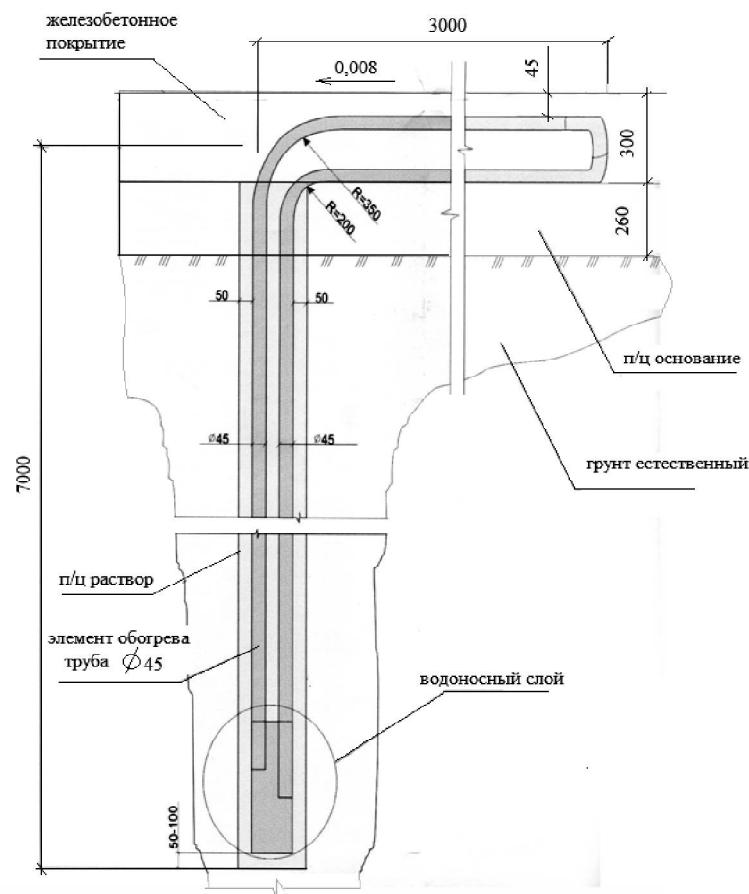


Рис. 3. Трубчатый теплообменник

Установка обогреваемых элементов производится по всей площади ИВПП.

Перед установкой элементов обогрева, производится их заполнение теплоносителем (в качестве теплоносителя можно использовать незамерзающую техническую жидкость).

Процесс работы элементов обогрева: при образовании льда на покрытии, происходит его подтаивание, что ведет к образованию водяной прослойки и позволяет удалять льдообразование механическим способом.

Для равномерного появления водяной прослойки необходимо произвести раскладку элементов обогрева под покрытием ИВПП с учетом следующих требований:

- расстояние между теплообменниками обеспечивающее наибольший тепловой эффект;
- размеры наземной части теплообменника;
- ширина захватки бетоноукладчика;
- ширины нарезки деформационных швов в покрытии ИВПП;
- толщины обогреваемого покрытия;
- теплопередачу железобетона.

Учитывая температуру льдообразования  $-5^{\circ}\text{C}$ , производится расчет сопротивления железобетона теплопередачи, с определением температурного поля элементов обогрева.

Расчет производится по формуле:

$$R_0^{TP} = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t^H \alpha_B}, \quad (1)$$

где  $\Delta t^H$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции ( $\Delta t^H = 1,8^{\circ}\text{C}$ );  $n$  – коэффициент применяемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху ( $n = 0,4$ );  $t_B$  – внутренняя расчетная температура ( $t_B = 10^{\circ}\text{C}$ );  $t_H$  – расчетная температура наружного воздуха  $t_H = -5^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи поверхности ограждающей конструкции ( $\alpha_B = 9,9 \text{ Bm} / (\text{M}^2 \times {}^{\circ}\text{C}) \text{ M}^2$ ). Тогда:

$$R_0^{TP} = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t^H \alpha_B} = \frac{0,4(10 - (-5))}{1,8 \times 9,9} = 0,34 \text{ M}^2 \times {}^{\circ}\text{C} / \text{Bm}.$$

Получается, что расчетное сопротивление железобетона теплопередачи равно  $0,34 \text{ M}^2 \times {}^{\circ}\text{C} / \text{Bm}$ , отсюда проводится расчет толщины слоя железобетона по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала.

Для железобетона:

$$\lambda = 2,04 \text{ Bm} / (\text{M}^2 \times {}^{\circ}\text{C}), \text{ тогда толщина слоя } \delta = R \times \lambda = 0,34 \times 2,04 = 0,696 \square 0,7 \text{ м}.$$

Согласно полученной величины принимается расстояние между элементами обогрева 2 м (рис. 4).

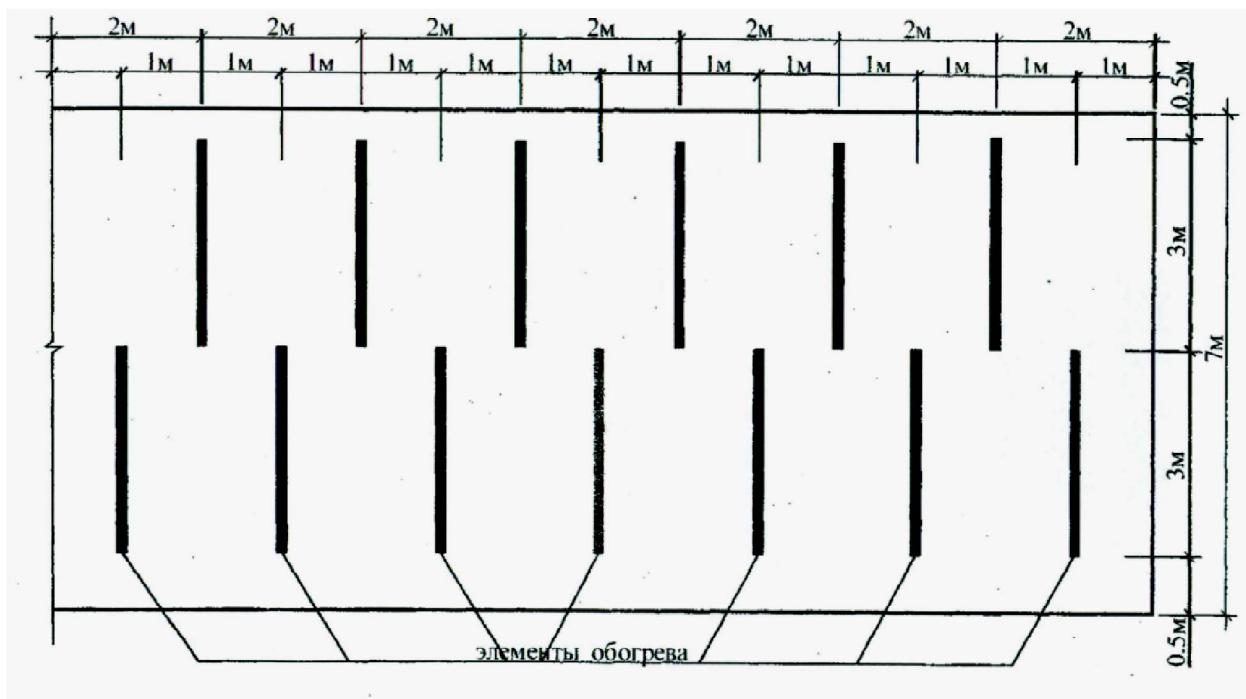


Рис. 4. Расположение в плане элементов обогрева

После установки элементов обогрева с выполнением всех требований, предъявляемых к уклонам, отметкам в плане и по высоте, осуществляется заполнение скважины пескоцементным раствором М 25, до верха песко-цементного основания под покрытие ИВПП (рис. 3).

**Вывод.** Предлагаемое техническое решение по защите ИВПП аэродромов от снежно-ледяных отложений было впервые использовано на территории Германии. Оно подтвердило эффективность борьбы с зимней скользкостью и позволило круглосуточно содержать покрытие аэродрома в требуемом состоянии, обеспечивая безопасность полетов и хорошую экологическую обстановку на прилегаемой территории.

Несмотря на дополнительные материальные и трудовые затраты по установке элементов обогрева, дальнейший процесс эксплуатации сооружения подтвердил возможность широкого использования данного метода и хорошие перспективы его развития.

#### Литература

1. Экологические аспекты зимнего содержания дорог/ Вл. П. Подольский, Т. В. Самодурова, Ю. В. Федорова. Воронеж: Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, 2000. 152 с.
2. Салогуб Л. П. Экологический мониторинг загрязнения жидких стоков аэродромов государственной авиации / Л. П. Салогуб, Ю. В. Федорова., С. Н. Букша // Сб. науч. ст. по материалам IV Всероссийской науч.-практ. конф. «Академические Жуковские чтения» (23-24 ноября 2016 г.). Воронеж: ВУНЦ BBC «BVA», 2017. С. 196-199.
3. Горецкий Л. И. Эксплуатация аэродромов: Учебник для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1986. 280 с.
4. СП 121.13330.2012. Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

THE USE OF GEOTHERMAL HEAT COATINGS  
TRANSPORT FACILITIES TO COMBAT WINTER SLIPPERINESS

A technical solution for preventing ice formation on artificial surfaces of transport facilities using the earth's deep heat is proposed

V. M. Losev, S. N. Buksha, T. V. Zagoruiko, Yu. V. Fedorova

Military Training and Research Center of the Air Force  
"Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin", Voronezh, Russia

УДК 504.3.054

Л. Т. Рязанцева<sup>1</sup>, В. П. Октябрьский<sup>1</sup>, А. А. Павленко<sup>2</sup>

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗОНОМ АТМОСФЕРЫ КРУПНЫХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В статье рассмотрена проблема образования озона в приземной атмосфере и основные причины увеличения его содержания в атмосферном воздухе. Обнаружена отрицательная (обратная) корреляция между концентрациями озона и диоксида азота в приземном слое атмосфере. Показана необходимость в государственном контроле приземных концентраций озона на примере Санкт-Петербурга

Одна из глобальных экологических проблем – образование «озоновых дыр», является причиной увеличения числа больных меланомой. Именно из-за озоновой дыры над Антарктидой заболеваемость меланомой в Австралии стала одной из самых высоких в мире. Но «проблема озона» не ограничивается уменьшением его концентрации в стратосфере, повышение его концентраций в приземном слое атмосферы – еще одна проблема, поскольку повышенные концентрации приземного озона увеличивают глобальную смертность на 375 тысяч смертей в год.

Озон является сильным окислителем, поэтому в высоких концентрациях он оказывает раздражающее действие на слизистую оболочку дыхательных путей и конъюнктивы глаза. Кроме того, высокие концентрации озона в организме человека могут инициировать образование нерастворимых форм холестерина, что повышает риск развития атеросклероза и, как следствие, сердечно-сосудистых заболеваний. Озон может вызвать затруднение дыхания, боль в груди, покраснение конъюнктивы, головную боль, головокружение, отек легких и часто бывает причиной смерти людей с ослабленным здоровьем [1]. Но наиболее опасным является мутагенное и канцерогенное действие высоких концентраций озона на человека, что объясняется образованием активных форм кислорода (АФК) в его присутствии. Так, попадая в организм, озон инициирует образование АФК через реакцию с молекулой воды, в результате которой образуется наиболее токсичный гидроксидный радикал ( $\bullet\text{OH}$ ); в реакциях с гидроксильным радикалом образуется другая АФК – гидропероксидный радикал ( $\bullet\text{HO}_2$ ), который в реакциях дисмутации образует пероксид водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), то есть запускается каскад реакций образования АФК, которые, в свою очередь, лежат в основе патогенеза многих заболеваний.

В результате исследования, проведенного в Йельском университете, о влиянии выбросов озона на смертность людей заключили, что повышение концентрации озона в приземном слое на 20  $\text{мкг}/\text{м}^3$  уже через неделю сопровождается повышением общей смертности более чем на 0,5 %.

Озон относится к первому классу опасности, в России для него установлены следующие предельно допустимые концентрации (ПДК): для населения - 30  $\text{мкг}/\text{м}^3$  (ПДК<sub>с.с.</sub>), для рабочей зоны - 100  $\text{мкг}/\text{м}^3$ ; для кратковременного воздействия - 160  $\text{мкг}/\text{м}^3$  (ПДК<sub>mp</sub>, не более 1 % времени за год). Особо опасен озон для детей, легкие которых могут сильно пострадать от высоких его концентраций, что, в свою очередь, может отрицательно сказаться на дальнейшем развитии.

Откуда же берется озон в приземном слое атмосферы? Оказывается, основная причина появления озона в тропосфере та же, что и в случае его уменьшения в стратосфере - это фотохимические реакции. Только в приземном слое озон образуется в реакциях между оксидами азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) и летучими органическими соединениями при действии ультрафиолетового излучения. Тогда концентрация озона будет возрастать при увеличении скорости превращения оксида азота в диоксид без участия озона, а в присутствии других соединений; такими соединениями в атмосфере являются углеводороды, при окислении которых образуются активные формы кислорода ( $\text{RO}_2$ ,  $\text{HO}_2$ ).

Очевидно, что высокие концентрации летучих углеводородов будут создавать условия интенсификации образования приземного озона. Высокие содержания летучих углеводородов и оксидов азота будут обеспечивать существование различных режимов для озона. Избыток концентраций оксида азота будет приводить к превалированию скорости эмиссии оксидов азота над скоростью образования пероксильных радикалов, что будет ограничивать возможность превращения оксида азота в диоксид азота [2]. Так как в цикле озона преобладающей является реакция  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ , то концентрация  $\text{O}_3$  будет падать. Избыток летучих углеводородов в воздухе всегда будет приводить к образованию достаточного количества радикалов для создания условий увеличения концентрации озона в приземном слое тропосферы. Получается, что наличие в приземном слое молекул оксидов азота является ограничивающим фактором для образования озона, то есть должна прослеживаться корреляция между концентрациями озона и оксидами азота.

Для проверки данного предположения было проанализировано состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге с помощью газоанализаторов на станциях Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (АСМ); были проведены непрерывные наблюдения за содержанием озона, оксида азота (II) и оксида азота (IV) в приземном слое воздуха города.

В таблице представлена кратность превышения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере Санкт-Петербурга.

Кратность превышения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере  
Санкт-Петербурга за 2018 год

Станции	Концентрация озона ( $\text{C}_{\phi}/\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )	Концентрация диоксида азота ( $\text{C}_{\phi}/\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )	Концентрация оксида азота ( $\text{C}_{\phi}/\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )	Концентрация оксида углерода ( $\text{C}_{\phi}/\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )	Концентрация взвешенных веществ ( $\text{C}_{\phi}/\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )
1	2	3	4	5	6
№ 2, ул. Будапештская, д.33-37	<b>1,2</b>	0,48	0,15	0,11	0,18
№ 7, Шпалерная ул., д. 56	0,58	0,91	0,19	0,12	0,18
№ 8, ул. Новосельковская, д.23	<b>1,52</b>	0,63	0,20	0,12	0,16
№ 9, Малая Балканская ул., д. 54	0,75	0,81	0,28	0,14	0,24
№ 10, Московский пр., д. 19	0,66	<b>5,35</b>	<b>2,67</b>	0,78	0,16
№ 11, пл. А. Невского	<b>1,87</b>	0,28	0,05	0,07	0,22
№ 12, ул. Отважных, д.6	0,9	<b>1,17</b>	<b>1,63</b>	0,90	0,19
№ 14, Уткин пр. д.,16	<b>1,21</b>	0,50	0,18	0,10	0,17
№ 15, Кронштадт, ул. Ильманинова, д. 4	<b>1,28</b>	0,41	0,08	0,08	0,21
№ 17, г. Пушкин, Тиньков пер., д. 4	<b>1,07</b>	0,28	0,08	0,09	0,21

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
№ 18, ул. Ольги Форш, д. 6	<b>1,12</b>	0,92	0,18	0,12	0,18
№ 19, пр. Ветеранов, д. 167, корп. 6	0,85	0,63	0,19	0,11	0,17
№ 20, ул. Тельмана, д. 24	0,71	<b>1,09</b>	0,47	0,16	0,22
№ 23, пр. Динамо, 44	0,47	0,73	0,15	0,08	0,11
№ 24, В.О., Средний пр., д. 74	0,98	0,72	0,17	0,08	0,16
№ 25, пос. Металлострой, ул. Железнодорожная, д. 13/1	<b>1,47</b>	0,48	0,15	0,09	0,21

Из данных таблицы видно, что концентрации диоксида азота/оксида азота в приземном слое тропосферы города определялись в диапазоне от 0,28 до 5,35 ПДК (для оксида азота - от 0,05 до 2,67 ПДКс.с.). Наибольшие уровни загрязнения диоксидом азота/оксидом азота наблюдались в Центральном, Красногвардейском, Красносельском и Невском районах. Среднегодовые концентрации озона в атмосфере города наблюдались в пределах от 0,46 до 1,87 ПДКс.с.

На рис. 1 и 2 представлены уровни концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 30 дней на станциях, расположенных в Василеостровском и Приморском районах Санкт-Петербурга. На рисунках четко видна отрицательная (обратная) корреляция между концентрациями озона и диоксида азота: в дни с высокими концентрациями озона регистрировались низкие концентрации диоксида азота, и наоборот.

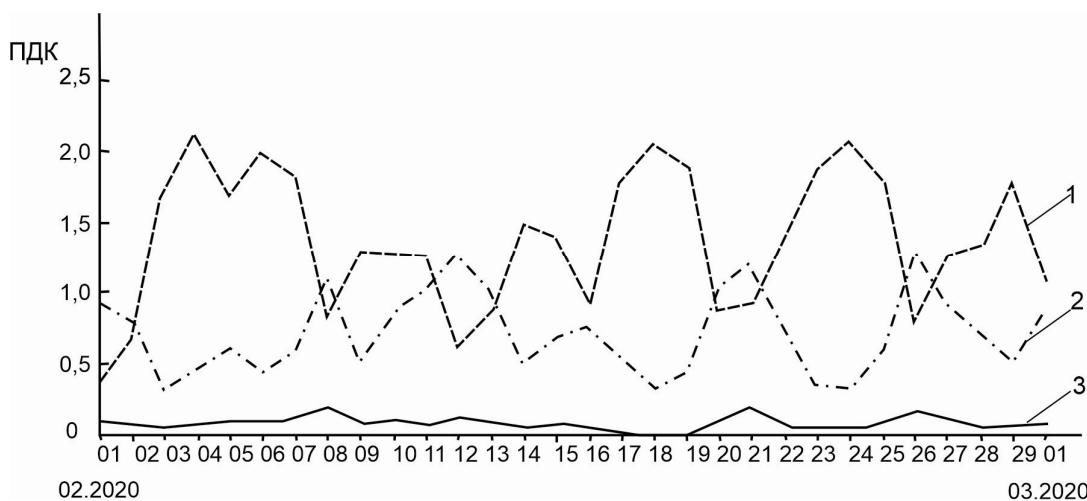


Рис. 1. Уровни концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 30 дней на автоматической станции № 24 (по адресу: Васильевский остров, Средний пр., д. 74): 1 – озона, 2 – оксида азота (IV), 3 – оксида азота (II)

Для образования озона большую роль играет не только соотношение концентраций летучих углеводородов и оксидов азота, но и скорость фотохимических реакций, зависящих от интенсивности ультрафиолетового излучения. Так, при действии УФ-излучения в тропосфере происходит активное образование гидроксильных радикалов, которые участвуют в окислении летучих органических соединений и реагируют с оксидом азота (II), уменьшая их концентрацию, и, как следствие, уменьшая скорость их реакции с озоном [2]. Все это приводит к накоплению озона. Таким образом, наибольшие концентрации озона в приземном

слое должны наблюдаться в весенне-летний период, что подтверждается данными среднемесячных концентраций озона по Санкт-Петербургу (рис. 3). Из рис. 3 видно, что максимальные значения среднемесячных концентраций озона приходятся на период с марта (1,5 ПДК<sub>cc</sub>) по август (1,3 ПДК<sub>cc</sub>).

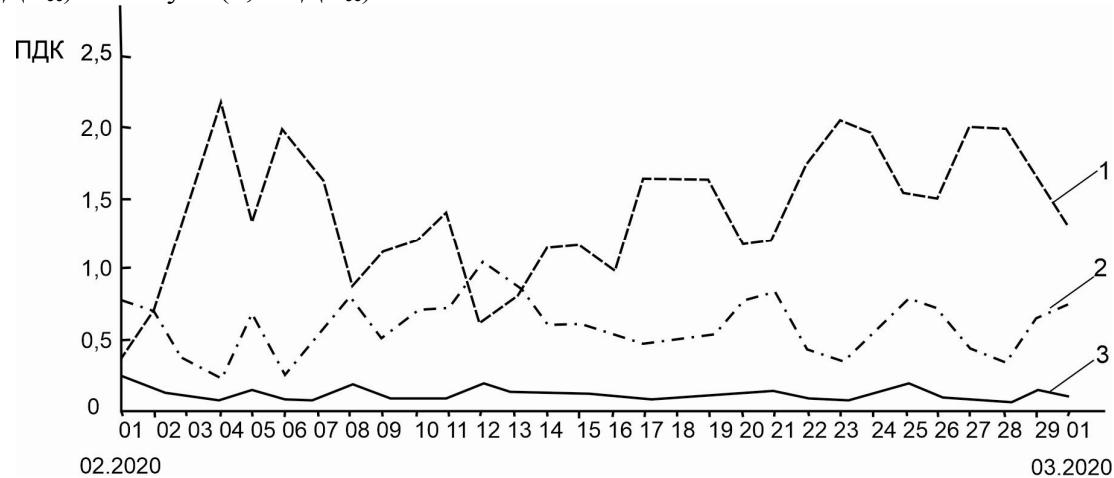


Рис. 2. Уровни концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 30 дней на автоматической станции № 08 (по адресу: ул. Новосельковская, д.23): 1 – озона, 2 – оксида азота (IV), 3 – оксида азота (II)

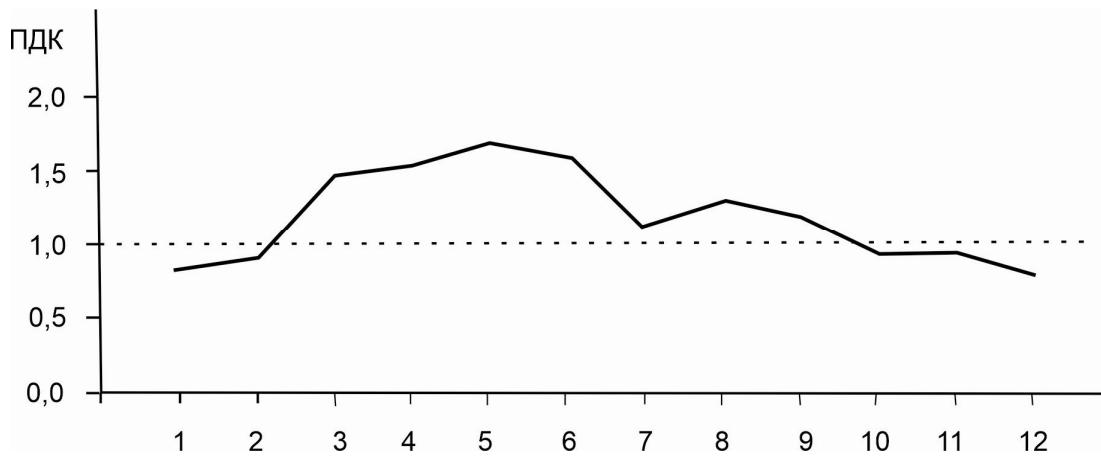


Рис. 3. Среднемесячные концентрации (волях ПДК) озона в воздухе Санкт-Петербурга за 2018 г.

Анализируя данные, представленные в таблице, обращает на себя внимание тот факт, что концентрации озона в районах центральной части города ниже, чем на периферии, а для оксидов азота, наоборот – в центре города концентрации выше. Так, средняя концентрация озона за год в центральной части города составила 0,9 ПДК<sub>cc</sub>, в периферийных районах – 1,4 ПДК<sub>cc</sub>; средняя концентрация диоксида азота (оксида азота) за год в центральной части города составила 1,1 ПДК<sub>cc</sub>. (для оксида азота - 0,5 ПДК<sub>cc</sub>), в периферийных районах города - 0,4 ПДК<sub>cc</sub>.(для оксида азота - 0,1 ПДК<sub>cc</sub>). Это объясняется тем, что в крупных городах со значительными выбросами от автотранспорта, в приземном слое атмосферы оксиды азота вступают в реакции с озоном, то есть повышается скорость третьей реакции из цикла озона ( $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ), что приводящие к разрушению накопившегося озона. Кроме того, известно, что молекулы озона очень чувствительны к пыли, и, видимо, часть молекул озона просто разрушается из-за сильной запыленности центральных районов Санкт-Петербурга [3].

Поскольку озон помимо прямого окисления биомакромолекул при поступлении в организм запускает механизм образования АФК, то очевидным становится способ защиты –

это прием низкомолекулярных антиоксидантов и повышение активности ферментов антиоксидантной системы [4]. А учитывая тот факт, что озон может образовываться и в районах, где уровень концентрации загрязняющих веществ не превышает ПДК, то вопрос о нивелировании его влияния на организм человека становится актуальным и в экологически благополучных регионах.

Таким образом, на примере Санкт-Петербурга показана необходимость в наличие постоянного контроля приземного озона, который в настоящее время в большинстве городов России отсутствует, поэтому и полная картина по озону на территории страны отсутствует. В связи с этим актуальным является разработка новых экспрессных методов, позволяющих проводить постоянный контроль уровня озона в приземном слое атмосферы и с помощью современных сетевых технологий наблюдать за изменением его уровня не только в крупных городах, но и в малонаселенных районах, а также определять основные причины превышения концентрации озона в тропосфере над естественным уровнем.

#### Литература

1. Nicholson J. P., Weston K. J., Fowler D. Modelling horizontal and vertical concentration profiles of ozone and oxides of nitrogen within high-latitude urban areas // Atmos. Environ. 2001. N 35. P. 2009–2022.
2. Белан Б.Д . Озон в тропосфере. Томск: ИОА СО РАН, 2010. 478 с.
3. Чернов А. В., Механтьев И. И., Масайлова Л. А., Шукелайт А. Б., Рязанцева Л. Т. Некоторые аспекты контроля воздушной среды промышленного мегаполиса // Сборник матер. V межрегион. научно-практич. конф. молодых ученых и специалистов «Гигиена, экология и риски здоровью в условиях современного производства». 2015. С. 151-156.
4. Рязанцева Л. Т. Ферменты-антиоксиданты: структурно-функциональные свойства и роль в регулировании метаболических процессов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 2. С. 126-129.

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

L. T. Ryazantseva<sup>1</sup>, V. P. Oktyabrskiy<sup>1</sup>, A. A. Pavlenko<sup>2</sup>

#### ASSESSMENT OF OZONE POLLUTION IN LARGE CITIES ON THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG

The article deals with the problem of ozone formation in the ground atmosphere and the main reasons for increasing its content in the atmospheric air. A negative (inverse) correlation between the concentrations of ozone and nitrogen dioxide in the surface layer of the atmosphere was found. The necessity of state control of ground-level ozone concentrations is shown on the example of Saint Petersburg

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Ж. Ю. Кочетова<sup>1</sup>, С. В. Внукова<sup>1</sup>, Т. А. Кучменко<sup>2</sup>

## ПЬЕЗОСЕНСОРНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР УТЕЧЕК ТОПЛИВА

Разработан сигнализатор утечек топлива в закрытых помещениях на основе пьезосенсора, модифицированного устойчивым к агрессивным парам легколетучих углеводородов сорбционным покрытием из многослойных углеродных нанотрубок. Оптимизированы конструкция ячейки детектирования, алгоритм считывания аналитического сигнала, высота расположения датчиков над предполагаемым местом утечек (стыки трубопроводов, рукава насосов). Датчик прошел апробацию в сертифицированной лаборатории, которая показала, что изменение влажности и химического состава атмосферного воздуха не влияют на надежность его срабатывания. При изменении температуры окружающего воздуха изменяется интенсивность испарения летучих жидкостей, что необходимо учитывать при программировании порога срабатывания сигнализатора

Для обеспечения безопасного обслуживания самолетов необходим непрерывный контроль состояния техники для заправки топливных баков. Инциденты, связанные с отказом работы насосов и утечками взрывоопасного топлива, могут быть катастрофическими. Они ставят под угрозу безопасность персонала, приводят к повреждениям оборудования, значительному материальному ущербу, оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Эффективность работы систем обнаружения утечек топлива (надежность, быстродействие, количество ложных срабатываний, экономичность) обусловлена в первую очередь эксплуатационными характеристиками датчиков, срабатывающих при возникновении взрывоопасных концентраций авиационного топлива. В качестве чувствительных элементов в сигнализаторах утечек топлива у нас и за рубежом на аэродромах применяются каталитические, инфракрасные, полупроводниковые чувствительные элементы, которые имеют свои преимущества и недостатки, подробно изложенные в публикации авторов [1]. К основному недостатку следует отнести высокую зависимость надежности их работы от параметров окружающей среды. Наиболее надежные и селективные инфракрасные датчики имеют относительно высокую стоимость и не выгодны для оснащения систем обнаружения утечек взрывоопасных жидкостей, где могут одновременно использоваться более 100 измерительных устройств.

Остается актуальной разработка сигнализаторов утечек топлива, характеризующихся надежностью, быстродействием, энерго- и ресурсоэкономичностью, малой зависимостью измерений концентраций паров топлива от перепадов температуры, давления, влажности воздуха. Перспективным направлением в аналитическом приборостроении является разработка миниатюрных пьезосенсоров [2]. В настоящее время они используются для экологического мониторинга атмосферного воздуха в ряде стран ЕС [3], мониторинга воздуха жилых и нежилых помещений [4], экспресс-анализа почв и вод [5], медицинской неинвазивной диагностики [6], определения качества пищевых и не пищевых продуктов [7].

Основные достоинства пьезосенсоров: высокие чувствительность (до 2,5 МГц/мг) и разрешающая способность ( $10^{-11}$  г); надежное функционирование в широком диапазоне температур (от 0 до 550 °C); погрешность микровесов ( $\leq 2\%$ ); малые габариты; устойчивость к вибрациям и ударам; химическая и радиационная стабильность; экономичность. Принцип действия пьезосенсора заключается в преобразовании аналитического сигнала, возникающего в результате сорбции паров анализаторов с реагентом в околосенсорном пространстве или на его поверхности, в физический сигнал (частота вибрации F, Гц).

Для обеспечения избирательности сорбции паров индивидуальных компонентов необходимо модифицировать электроды сенсора специфическими реагентами. Для этого на электроды пьезокварцев с собственной резонансной частотой колебаний 15 МГц равномерно наносят микрошприцем растворы сорбентов с последующим статическим испарением несвязанного растворителя. Расширение ассортимента чувствительных модификаторов электродов частично решает актуальную задачу - селективное определение компонентов в

сложных газовых смесях. Для определения концентрации паров топлива в воздухе протестировано более 40 пленок сорбентов, в том числе стандартные газохроматографические фазы, проявляющие повышенное сродство к углеводородам. Основной проблемой при этом стала низкая устойчивость пленок сорбентов к агрессивным парам керосина: изменялась масса покрытий, их структура и воспроизводимость результатов измерений. Высокой устойчивостью к парам топлива характеризуется покрытие на основе многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ). Их структура не изменяется при проведении более 2500 циклов «сорбция-десорбция» насыщенных паров керосина.

Устойчивые, но неселективные многослойные углеродные нанотрубки синтезировали газофазным химическим осаждением при пиролизе этанола в Черноголовке (рабочая группа С. С. Гражулене). Фуллерены синтезировали в Воронежском государственном университете инженерных технологий (рабочая группа Т. И. Игуменовой). Мелкодисперсный активированный уголь предварительно дегазировали при 250 °С. Для модификации пьезосенсора применяли методики статического испарения растворителя после погружения в ультразвуковую суспензию МУНТ или активированный уголь, как указано в патенте [8]. Основные особенности, позволяющие эффективно применять МУНТ в качестве поглотителя паров керосина, – инертность и развитая удельная поверхность, высокая порозность структуры, что подтверждается микроструктурными исследованиями [9].

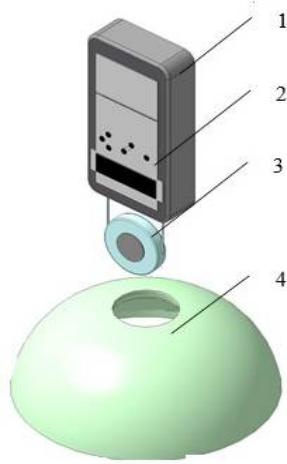
Изучены интенсивность и характер дрейфа нулевого сигнала пьезосенсора на основе МУНТ в потоке осущенного лабораторного воздуха. Базовая линия пьезосенсора устойчива в широком диапазоне расхода воздуха (0–2400 см<sup>3</sup>/мин), что высоко характеризует его эксплуатационные свойства. Методом многокритериального анализа установлено, что оптимальная масса МУНТ при детектировании паров керосина составляет  $m_{\text{п}}=3\text{--}4$  мкг. Наиболее весомыми параметрами при интегральной оценке оптимальной  $m_{\text{п}}$  являются относительная устойчивость и удельная сорбционная емкость покрытия ( $\Delta m_{\text{п}}^{10}$  и  $a$ ), относительная чувствительность микровзвешивания паров керосина  $S_m$  [10].

Регенерация сорбционного покрытия в естественных условиях (без повышения температуры, прокачивания через ячейку осущенного и очищенного воздуха или инертного газа) проводится на «открытом воздухе» при условии, что пары керосина не поступают к сенсору. Время восстановления покрытия электродов прямо пропорционально зависит от содержания паров керосина в воздухе. При проведении параллельных измерений в лаборатории погрешность микровзвешивания паров легких нефтепродуктов на пьезокварце, модифицированном МУНТ с массой 3,7 мкг, составила 3,8 % (n=10, P=0,95).

Установлена чувствительность микровзвешивания индивидуальных углеводородов керосина – гексана и декана, а также оценено мешающее воздействие на сорбцию керосина сопутствующих легколетучих соединений – этанола и этиленгликоля, которые применяются в качестве антиобледенительных средств и являются сопутствующими мешающими детектированию топлива компонентами на аэродромах. Для этого в герметичные колбы помещали жидкие пробы индивидуальных соединений и выдерживали при перемешивании до насыщения их парами свободного газового пространства в колбе. Правильность расчета концентраций смесей, приготовленных в генераторе, контролировали газохроматографическим методом. Высокую чувствительность МУНТ проявляют к спиртам, что мешает определению паров керосина в объектах окружающей среды при условии сопоставимости их концентраций, а это при утечках в реальных условиях исключено.

Для применения пьезосенсорного измерительного устройства в качестве детектора утечек топлива была разработана ячейка детектирования с открытым входом [11], как указано на рис. 1. Корпус ячейки детектирования выполнен без дна и из инертного к парам топлива материала (стекло, нержавеющая сталь). Миниатюрный детектор размещается в местах предполагаемых утечек на высоте 10–15 см (например, над стыком трубопровода). Пары топлива самопроизвольно диффундируют в околосенсорное пространство, при сорбции паров на покрытии электродов пьезосенсора изменяется его частота колебаний, что

приводит к срабатыванию сигнального устройства при достижении заданного порога  $\Delta F$ . Однако апробация сигнализатора утечек в сертифицированной лаборатории ФМБА России показала неприемлемость такого способа детектирования паров керосина из-за высокого дрейфа нулевого сигнала пьезосенсора с течением времени (до 300 Гц/сут) вследствие даже незначительного изменения химического состава окружающего воздуха, в том числе перепадов влажности. Кроме того, возможны ложноположительные срабатывания сигнального устройства при механическом воздействии на датчик. При этом было установлено, что резкие перепады температур ( $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ) и атмосферного давления на аналитический сигнал детектора не влияют.



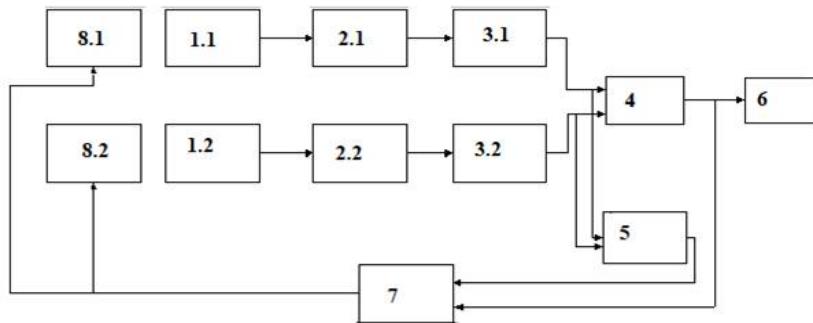
1 – корпус детектора; 2 – цифровое табло: световая/звуковая сигнализация; 3 – пьезосенсор, модифицированный МУНТ; 4 – ячейка детектирования с открытым дном

Рис. 1. Схема детектора утечек топлива

В качестве аналитического сигнала применялся относительный аналитический сигнал – скорость сорбции паров топлива на покрытии электродов пьезосенсора ( $\Delta F/\Delta t$ , Гц/с), как представлено в патенте авторов на изобретение РФ № 2568331 [12]. При быстром повышении концентрации паров в околосенсорном пространстве относительно фонового в результате утечки или разлива легколетучих жидкостей скачкообразно возрастает скорость изменения аналитического сигнала. Такой подход позволяет непрерывно контролировать утечки жидкостей и исключает ложные срабатывания сигнализации при изменении состава атмосферного воздуха в помещениях или наружных установках.

Для повышения надежности работы датчика в предполагаемых местах утечек топлива предлагается устанавливать две параллельные ячейки детектирования, оснащенные дополнительно блоками управления устройства и логическими элементами «И» и «ИЛИ», как указано на рис. 2. Блок управления служит для приема информации от логических элементов «И» и «ИЛИ», в соответствии с которой выбирается следующее действие – включить или выключить блок регенерации покрытия электродов пьезосенсора. Фиксирование пролива (утечки) топлива происходит только в том случае, если дифференциальные аналитические сигналы сенсоров изменяются одновременно и односторонне. Тогда логический элемент «И» передает сигнал в исполнительное устройство, включающее блоки принудительной регенерации покрытия сенсоров и управления. В блоке управления принимается решение о ликвидации утечки топлива. Если характер изменения сигналов пьезосенсоров не идентичен, то логический элемент «ИЛИ» передает сигнал в исполнительное устройство и следует регенерация покрытия сенсоров, а после восстановления их базовых частот колебания (с дрейфом не более  $\pm 10$  Гц/мин) идет повтор измерений по выше описанному алгоритму. При работе в штатном режиме (отсутствие пролива топлива) аналитические сигналы двух сенсоров не превышают дрейфа

базовой линии ( $\pm 10$  Гц/мин). На предложенное устройство определения утечек летучих жидкостей получен патент на изобретение РФ № 2700740 [13].



1.1, 1.2 – пьезосенсоры; 2.1, 2.2 – частотометры; 3.1, 3.2 – блоки регистрации скорости изменения колебаний; 4, 5 – логические элементы «И», «ИЛИ»; 6 – исполнительное устройство; 7 – блок управления;

Рис. 2. Схема работы датчика утечек топлива с двумя ячейками детектирования

Апробацию сигнализатора утечек топлива проводили в сертифицированной лаборатории ФМБА России (г. Воронеж). В климатической камере исследовали влияние следующих параметров на срабатывание сигнального устройства: перепад температур и влажность воздуха; изменение скорости ветра; расстояние датчика до места разлива; изменение химического состава воздуха путем введения в камеру этилового спирта.

Как указано в монографии Малова В. В., перепад температур на базовую частоту колебаний пьезокварцев практически не влияет [14], однако хорошо известен и тот факт, что с уменьшением температуры интенсивность сорбции возрастает, а скорость испарения жидкостей, напротив, падает. На рис. 3 приведены полученные экспериментально изостеры сорбции паров топлива на пленке МУНТ в климатической камере при неизменных давлении, влажности воздуха, объеме испаряемого керосина.

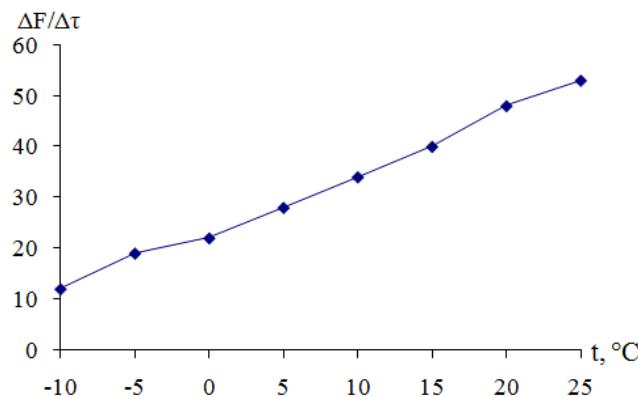


Рис. 3. Изостеры сорбции паров керосина при атмосферном давлении 760 мм рт. ст., скорости ветра 0 м/с, объеме керосина 15 мл и высоте сенсора до моделируемого разлива керосина 15 см

Из рис. 3 следует, что определяющим фактором является скорость испарения керосина, возрастающая с повышением температуры. Таким образом, устанавливаемый на датчике порог срабатывания сигнализации должен быть обусловлен температурой окружающей среды или выбираться минимальным в зависимости от условий эксплуатации датчика (в данном случае  $(\Delta F/\Delta t)_{min} = 18 \pm 2$  Гц/с). Для паров бензина получена практически идентичная зависимость ( $(\Delta F/\Delta t)_{min} = 19 \pm 2$  Гц/с); для дизельного топлива скорость испарения при отрицательных значениях температуры минимальна и составляет  $10 \pm 1$  Гц/с.

Незначительное постепенное изменение влажности воздуха на срабатывание датчика, реагирующего только на резкие перепады концентраций веществ в околосенсорном пространстве, не оказывает влияние благодаря использованию относительного аналитического сигнала. Влияние влажности воздуха на сорбцию паров топлива оценивали путем введения в климатическую камеру жидкой воды объемом 15 см<sup>3</sup>, моделируя тем самым ее проливы в непосредственной близости от размещенного датчика. Изменение скорости аналитического сигнала при введении индивидуальных компонентов – воды, топлива и их смеси в камеру при 20 °С представлено на рис. 4.

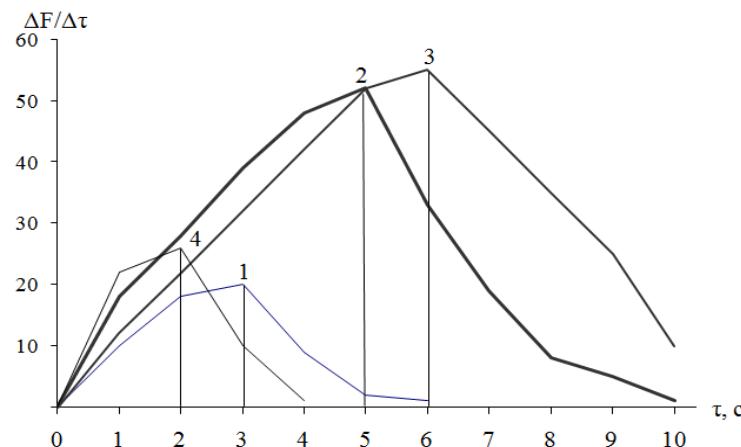


Рис. 4. Хроночастотограммы сорбции паров: 1 – воды, 2 – керосина, 3 – смеси воды и керосина, 4 – этилового спирта

Пик хроночастотограммы сорбции паров воды наблюдается через 3 с от момента пролива, затем скорость сорбции резко уменьшается. При сорбции паров керосина максимальная скорость достигается через 5 с от моделируемого разлива, причем она в 1,8 раз выше, чем у чистой воды. При одновременном введении жидкого топлива и воды в камеру датчик срабатывает через 6 с; доминирующий вклад в сорбцию при этом – у паров керосина. Влажность окружающего воздуха и наличие в нем паров этанола незначительно влияют на скорость срабатывания детектора. Однако при установлении нижнего порога срабатывания датчика утечек топлива необходимо принимать во внимание максимальную скорость сорбции паров воды и этилового спирта при заданных температурах, чтобы избежать ложноположительных срабатываний.

Установлено, что высота расположения ячейки детектирования над возможной утечкой топлива в значительной мере влияет на скорость срабатывания сигнализации. Оптимальной высотой, обеспечивающей высокую скорость срабатывания сигнализатора и хорошую воспроизводимость является высота 10–15 см. При размещении ячейки детектирования от места утечки на расстоянии 50 см время срабатывания увеличивается в 2,5 раза и составляет 15–20 с.

Изменение скорости и направления ветра затрудняет использование пьезосенсорного датчика утечек топлива с открытой ячейкой детектирования из-за сложного и непредсказуемого процесса рассеяния легких углеводородов в воздухе. Поэтому на данном этапе исследований разработанный датчик рекомендуется использовать в закрытых помещениях (хранилищах, станциях перекачки топлива).

#### Литература

1. Кучменко, Т. А. Контроль утечек керосина с применением пьезосенсоров / Т. А. Кучменко, О. В. Тимошинов, Ж. Ю. Кочетова, А. В. Чалый // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности». – Воронеж: ВГТУ, 2017. – С. 157–161.

2. Кучменко, Т. А. Применение метода пьезокварцевого микровзвешивания в аналитической химии / Т. А. Кучменко. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 280 с.
3. Gardner, J. W. An electronic nose system to diagnose illness / J. W. Gardner, H. W. Shin, E. L. Hines // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2000. – Vol. 70. – No 1-3. – P. 19–24.
4. Катралл, Р. В. Химические сенсоры / Р. В. Катралл. – М.: Научный мир, 2000. – 137 с.
5. Маслова, Н. В. Экологический мониторинг нефтепродуктов на территории химически опасного объекта с применением флеш-детектора / Н. В. Маслова, Ж. Ю. Кочетова, А. Н. Данилов, Т. А. Кучменко // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – Т. 60. – № 2. – С. 83–88.
6. Ермолаева, Т. Н. Проблемы аналитической химии. В 18 кн. Кн. 12. Биохимические методы анализа / Т. Н. Ермолаева. – М.: Наука, 2010. – 391 с.
7. Korenman, Ya. I. Sensor analysis of gases emitted in basic organic synthesis / Ya. I. Korenman, Zh. Yu. Kochetova, T. A. Kuchmenko // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2002. – Vol. 75. – No 11. – С. 1833–1836.
8. Пат. 2379669 RUS, G01N27/12, B82B1. Способ формирования на электродах пьезосенсоров сорбционных покрытий из углеродных нанотрубок / Т. А. Кучменко, Ю. Х. Шогенов. – 2008150975/28. – Заяв. 22.12.2008; Опубл. 20.01.2010.
9. Kuchmenko, T. A. Development of a piezosensor-based transducer, gas analyzer and ammonia detector / T. A. Kuchmenko, R. U. Umakhanov, Zh. Yu. Kochetova, N. V. Belskikh // Journal of Analytical Chemistry. – 2012. – Vol. 67. – No 11. – P. 930–937.
10. Кочетова, Ж. Ю. Определение легколетучих органических соединений в газовой фазе с применением пьезосорбционных сенсоров на основе синтетических и природных полимеров: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.02 / Кочетова Ж. Ю. – Саратов, 2002. – 143 с.
11. Пат. 2302627 RUS, МПК G01N27/12. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров / Т. А. Кучменко, Ж. Ю. Кочетова, Ю. Е. Силина. – 2006102742/28. – Заяв. 31.01.2006; Опубл. 10.07.2007.
12. Пат. 2568331 RUS, МПК G01N 27/12. Устройство для определения взрывоопасных жидкостей на основе пьезосенсора / Ж. Ю. Кочетова, Т. А. Кучменко, О. В. Базарский, Я. И. Коренман. – 2014117431/28. – Заяв. 29.04.2014; Опубл. 20.11.2015.
13. Пат. 2700740 RUS, МПК G01N27/12; G01M3/20; F17D5/02; E21B47/10. Устройство для определения утечек топлива / О. В. Тимошинов, Ж. Ю. Кочетова, Т. А. Кучменко, А. А. Кравченко. – 2018140106. – Заяв. 13.11.2018; Опубл. 19.09.2019.
14. Малов, В. В. Пьезорезонансные датчики: монография / В. В. Малов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.

<sup>1</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Zh. Yu. Kochetova, S. V. Vnukova, T. A. Kuchmenko

## PIEZOSENSOR FUEL LEAK DETECTOR

A piezosensor-based fuel leak detector has been developed that is modified by a sorption coating made of multi-layer carbon nanotubes that is resistant to aggressive vapors of volatile hydrocarbons. The design of the detection cell, the algorithm for reading the analytical signal, and the height of the sensors above the expected leak site (pipe joints, pump hoses) have been optimized. The sensor was tested in a certified laboratory, which showed that changes in humidity and the chemical composition of the air do not affect the reliability of its operation. When the ambient temperature changes, the evaporation rate of volatile liquids changes, which must be taken into account when programming the alarm threshold

<sup>1</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

С. Н. Тростянский, И. О. Бакланов, Е. С. Григорьев, С. А. Куролап

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

На основе статистического анализа панельных данных за 2004 – 2012 годы по районам Воронежской области и по городу Воронежу получены количественные зависимости уровня заболеваемости различными классами болезней для разных возрастных категорий населения от концентрации загрязняющих химических веществ в питьевой воде

Одним из существенных факторов, представляющих риски для здоровья населения является загрязнение питьевой воды химическими примесями техногенного происхождения. Для анализа статистики заболеваемости населения различными классами болезней в зависимости от концентрации химических примесей, загрязняющих питьевую воду, использовались панельные данные по 32 районам Воронежской области и по городу Воронеж за период с 2004 по 2012 годы.

Панельные данные по заболеваемости населения составлены на основе официальной статистики Департамента здравоохранения Воронежской области, отдельно для детей ( $f=1$ ), подростков – от 15 до 17 лет включительно ( $f=2$ ), взрослых ( $f=3$ ). Они охватывали для указанных контингентов населения 13 классов заболеваний: общая заболеваемость, болезни крови, новообразования, болезни нервной системы, болезни костно-мышечной системы, болезни системы кровообращения, заболевания мочеполовой системы, заболевания эндокринной системы, кожные заболевания, заболевания органов пищеварения, заболевания репродуктивной системы, болезни органов дыхания и инфекционные заболевания.

Панельные данные по качеству питьевой воды составлены на основе официальной статистики мониторинга состояния источников централизованного водоснабжения в области, регистрируемой аккредитованным испытательным лабораторным центром (АИЛЦ) ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» на 32 административных территориях области и в городе Воронеж. Мониторинг качества питьевой воды проводился в 64 мониторинговых точках контроля из источников централизованного водоснабжения в ежеквартальном режиме и 181 мониторинговых точках разводящей сети ежемесячно. В мониторинговых точках централизованного хозяйствственно-питьевого водоснабжения определялось качество питьевой воды по восьми показателям: содержанию железа, марганца, нитратов, нитритов, общей жесткости, содержанию хлоридов, сульфатов, общей минерализации (сухой остаток).

Для определения количественной зависимости заболеваемости населения от концентрации загрязняющих веществ и показателей качества питьевой воды применялась динамическая модель авторегрессии с панельными данными [1]. Оценки параметров в динамических моделях выполнялись на основе обобщенного метода моментов в рамках подхода Ареллано – Бонда [1, 2]. При этом использовалась программа DPD98 [2].

Были построены линейные динамические модели для описания уровня регистрируемых классов заболеваний за год в зависимости от уровня соответствующих классов заболеваний, взятых с временным промежутком в один год и от концентрации регистрируемых химических примесей в питьевой воде, взятых без временного сдвига. При этом считали, что уровни заболеваемости в районах Воронежской области линейно зависят от определяющих факторов.

Рассмотрим модели, связывающие заболеваемость населения с концентрациями химических примесей и показателями качества питьевой воды. Уравнения (1) для различных анализируемых классов болезней отличались индексами « $m$ » у переменных и коэффициентов. Здесь:  $m=1$  – общая заболеваемость;  $m=2$  – болезни крови;  $m=3$  –

новообразования;  $m=4$  – болезни нервной системы;  $m=5$  – болезни костно-мышечной системы;  $m=6$  – болезни системы кровообращения;  $m=7$  – заболевания мочеполовой системы;  $m=8$  – заболевания эндокринной системы;  $m=9$  – кожные заболевания;  $m=10$  – заболевания органов пищеварения;  $m=11$  – заболевания репродуктивной системы;  $m=12$  – болезни органов дыхания;  $m=13$  – инфекционные заболевания.

$$Y_{fmit} = d_{1,fm} Y_{fmi(t-1)} + d_{2,fm} X1_{it} + d_{3,fm} X2_{it} + d_{4,fm} X3_{it} + d_{5,fm} X4_{it} + \\ + d_{6,fm} X5_{it} + d_{7,fm} X6_{it} + d_{8,fm} X7_{it} + d_{9,fm} X8_{it} + C_{fm}. \quad (1)$$

В уравнениях (1) индекс «*i*» обозначает район, индекс «*t*» обозначает год. Индекс «*f*» соответствует следующим возрастным группам населения:  $f=1$  – дети (до 14 лет),  $f=2$  – подростки (15 – 17 лет),  $f=3$  – взрослое население (от 18 лет).

Зависимые переменные в (1) – это количество заболеваний  $m$ -го класса за 1 год на 1000 человек  $Y_{fmit}$ . Независимые переменные в (1) соответствуют концентрациям следующих химических примесей и показателей качества питьевой воды:  $X1_{it}$  – железо;  $X2_{it}$  – марганец;  $X3_{it}$  – нитраты;  $X4_{it}$  – нитриты;  $X5_{it}$  – жесткость;  $X6_{it}$  – хлориды;  $X7_{it}$  – сульфаты;  $X8_{it}$  – минерализация. Концентрации примесей измеряются в  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . Константы  $C_{fm}$  в соответствующих уравнениях (1) соответствуют неучтеным факторам. Полученные в результате регрессионного анализа уравнений (1) статистические зависимости уровней анализируемых классов заболеваний для различных возрастных групп населения от концентрации химических примесей и показателей качества питьевой воды, представлены в таблице.

Результаты статистического анализа панельных данных по зависимости заболеваемости различных возрастных групп населения в районах Воронежской области и в городе Воронеж от концентрации химических примесей и показателей качества питьевой воды

Факторы	Модель №1: заболевания эндокринной системы для $f=1$	Модель №2: болезни крови для $f=1$	Модель №3: болезни крови для $f=3$	Модель №4: заболевания органов пищеварения для $f=3$
	уравнение (1) для $Y_{1mit}$ при $m=8$ , больных/ $10^3$ человек·год	уравнение (1) для $Y_{1mit}$ при $m=2$ , больных/ $10^3$ человек·год	уравнение (1) для $Y_{1mit}$ при $m=2$ , больных/ $10^3$ человек·год	уравнение (1) для $Y_{1mit}$ при $m=10$ , больных/ $10^3$ человек·год
$Y_{1mi(t-1)}$ , больных/ $10^3$ человек·год	0,2600*** ( $p=0,001$ )	0,4169*** ( $p=0,000$ )	0,6583*** ( $p=0,000$ )	0,6138*** ( $p=0,000$ )
$X1_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	23,8918 ( $p=0,220$ )	-24,3890*** ( $p=0,006$ )	1,1277 ( $p=0,236$ )	42,2081* ( $p=0,057$ )
$X2_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	82,3353 ( $p=0,206$ )	19,4891 ( $p=0,516$ )	-2,5910 ( $p=0,417$ )	71,0439 ( $p=0,342$ )
$X3_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,7295** ( $p=0,014$ )	-0,2720** ( $p=0,037$ )	0,0248* ( $p=0,075$ )	0,4308 ( $p=0,205$ )
$X4_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	-7,1555 ( $p=0,522$ )	2,0247 ( $p=0,691$ )	0,3419 ( $p=0,533$ )	-6,4807 ( $p=0,620$ )
$X5_{it}$ , МГ-ЭКВИВ./ $\text{дм}^3$	-0,8854* ( $p=0,542$ )	-0,6205 ( $p=0,354$ )	-0,0152 ( $p=0,837$ )	-2,120 ( $p=0,234$ )
$X6_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	0,0487 ( $p=0,339$ )	-0,0507** ( $p=0,030$ )	0,00005 ( $p=0,984$ )	0,06823 ( $p=0,250$ )
$X7_{it}$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$	-0,0714* ( $p=0,078$ )	0,0294 ( $p=0,112$ )	-0,0059*** ( $p=0,003$ )	-0,0147 ( $p=0,755$ )

Окончание таблицы

$C_{1m}$ , больных/ $10^3$ человек·год	22,5802* ( $p=0,095$ )	23,1452*** ( $p=0,002$ )	0,7581 ( $p=272$ )	31,4034* ( $p=0,073$ )
Тест Ваальда, $\chi_m$	33,89	69,06	83,83	43,59

В таблице значки \*, \*\*, \*\*\* обозначают уровни ошибки:  $p<10\%$ ,  $p<5\%$ ,  $p<1\%$  соответственно.

По результатам таблицы и уравнений (1) можно выявить зависимость между увеличением уровня заболеваний эндокринной системы у детей и ростом концентрации нитратов в питьевой воде. Концентрация нитратов в воде за 2004 – 2012 годы по районам Воронежской области и по городу Воронеж составляла в среднем  $X_{3cp}=14 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (31,1 % от ПДК [3]). Следовательно, увеличение болезней эндокринной системы за год на 1000 детей составляло в среднем  $\Delta Y_{18}=10,24 \text{ больных}/10^3 \text{ человек}\cdot\text{год}$ . Эти выводы согласуются с результатами, полученными в [4].

Также по результатам таблицы и уравнений (1) следует статистически значимая связь между уменьшением уровня болезней крови у детей и увеличением концентрации железа в воде. Значение концентрации железа в питьевой воде за 2004 – 2012 годы по районам Воронежской области и по городу Воронеж составляло в среднем  $X_{1cp}=0,189 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (63 % от ПДК). При этом уменьшение заболеваний крови за год на 1000 детей составляло в среднем  $\Delta Y_{12}=-4,60 \text{ больных}/10^3 \text{ человек}\cdot\text{год}$ , что согласуется с результатами [5].

Из таблицы и уравнений (1) также можно получить статистическую зависимость между увеличением уровня заболеваний крови у взрослых и ростом концентрации нитратов в воде. Концентрация нитратов в питьевой воде за 2004 – 2012 годы по районам Воронежской области и по городу Воронеж составляла в среднем  $X_{3cp}=14 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (31,1 % от ПДК), и соответственно, увеличение болезней крови за год на 1000 взрослых, составляло в среднем  $\Delta Y_{32}=0,35 \text{ больных}/10^3 \text{ человек}\cdot\text{год}$ , что соответствует результатам в [6].

На основе результатов таблицы и уравнений (1), также найдена статистически значимая связь между увеличением уровня заболеваний органов пищеварения и ростом концентрации железа. Значение концентрации железа в питьевой воде за 2004 – 2012 годы по районам Воронежской области и по городу Воронеж составляло в среднем  $X_{1cp}=0,189 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (63 % от ПДК). Тогда увеличение заболеваний органов пищеварения за год на 1000 взрослых, составляло в среднем  $\Delta Y_{310}=7,97 \text{ больных}/10^3 \text{ человек}\cdot\text{год}$ . Эти выводы согласуются с результатами, полученными в [7].

#### Литература

1. Arellano M., Bond S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations // Review of Economic Studies. – 1991. – Vol. 58. – P. 277–297.
2. Arellano M., Bond S. Dynamic Panel Data Estimation Using DPD98 for Gauss: a Guide for Users, mimeo. – London: Institute for Fiscal Studies, 1998. – 46 p.
3. Федеральный закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г.
4. Gatseva P. D., Argirova M. D. Iodine status of children living in areas with high nitrate levels in water // Arch. Environ. Occup. Health. – 2005. – № 6. – P. 317–319.
5. Beinner M. A., Lamounier J. A., Tomaz C. Effect of iron-fortified drinking water of daycare facilities on the hemoglobin status of young children // J. Am. Coll. Nitr. – 2005. – Vol. 24, № 2. – P. 107–114.
6. Клейн С. В., Вековшинина С. А., Сбоев А. С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (1). – С. 10–14.
7. Aamodt G., Bukholm G., Jahnson J. et. al. The association between water supply and inflammatory bowel disease based on a 1990 – 1993 cohort study in southeastern Norway // Am. J. Epidemiol. – 2008. – Vol. 168, № 9. – P. 1065–1072.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

## STATISTIC ANALYSIS OF DEPENDENCE OF POPULATION INCIDENCE ON CONCENTRATION OF CHEMICAL IMPURITIES IN DRINKING WATER

Quantitative dependencies the incidence of various classes of illness for different age categories of the population on concentration of polluting chemicals in drinking water were obtained using statistic analysis of panel data for 2004 – 2012 for areas of the Voronezh region and in the city of Voronezh

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

УДК 504.05

А. Л. Златова, Л. В. Воловикова, А. А. Моногарова, Д. И. Клименко, А. С. Баланцева

## РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ТКО В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье представлена оценка экологических рисков при утилизации твёрдых коммунальных отходов в Белгородской области до и после внедрения их сортировки

Сегодня одной из главных экологических проблем для всех регионов страны является увеличение объёмов промышленных и бытовых отходов [1].

Проанализировав динамику показателей объёма образования отходов производства в Российской Федерации с 2010 по 2018 года, можно наблюдать следующее: каждый год данный показатель увеличивается, за исключением 2015 года (показатель незначительно снизился). За рассматриваемый период времени показатель возрос с 3 735 млн т до 7 266 млн т или на 94,5 %.

По данным Росприроднадзора в 2018 году было захоронено 1 029,2 млн т отходов производства и потребления, что является самым высоким значением в период с 2010-2018 года. В 2013-2015 годах наблюдается значительное падение объёма захоронения отходов, но к 2018 происходит существенный рост. Динамику изменения объёмов захоронения отходов за рассматриваемый период времени можно наблюдать на рис. 1 [2].

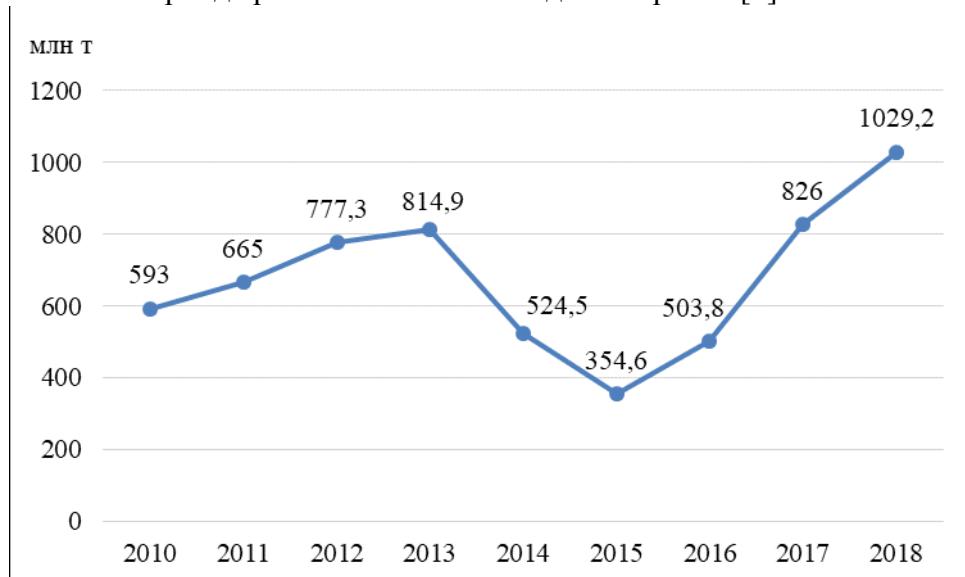


Рис. 1. Динамика захоронения отходов в России [2]

В России подавляющее большинство отходов утилизируется путем захоронения на полигонах. [3] Мировая практика показывает, что такой подход не эффективен, а главное, опасен для окружающей среды и людей, т.к. вызывает следующие явления:

- загрязнение атмосферы в результате воспламенения отходов;
- загрязнение почв тяжелыми металлами;
- отторжение плодородных почв под строительство новых полигонов;
- повышение уровня загрязнения грунтовых вод, расположенных на территории полигонов и свалок;
- вред здоровью населения из-за инфекционных заболеваний, источниками возникновения которых могут являться полигоны.

На сегодняшний момент полигоны исчерпали свой ресурс, образовывать новые уже негде. По этой причине в Российской Федерации с января 2019 года была принята «мусорная реформа», согласно которой была изменена схема обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО), а также полномочия по обращению с ними были переданы на региональный уровень. В данной реформе приняла участие и Белгородская область.

В Белгородской области в настоящее время имеется 28 полигонов для захоронения ТКО. Помимо этого, около населённых пунктов региона насчитывается свыше 290 несанкционированных свалок, что в более чем 100 раз превышает количество санкционированных. Только в Белгороде и Белгородском районе насчитывается свыше 70 несанкционированных свалок. На рис. 2 показано расположение свалок и мест складирования отходов в Белгородской области.



Рис. 2. Несанкционированные свалки и места складирования отходов в Белгородской области

Складирование ТКО осуществляется на суммарной площади 314 Га, что составляет 0,0011 от всей территории Белгородской области. И этот показатель с каждым годом возрастает, несмотря на то, что Белгород занимает лидирующие позиции в экологическом рейтинге субъектов Российской Федерации.

В связи с этими данными в приведённой статье оценивается воздействие загрязненных в Белгородской области территорий на качество жизни населения и рассчитывается экологический риск при утилизации ТКО с помощью метода матрицы рисков. В качестве объекта исследования был выбран полигон ТКО г. Белгорода. Он расположен на территории площадью 15 га и в 10 км от города в селе Стрелецкое. В связи с расширением индивидуального строительства, этот полигон оказался в центре жилых застроек, расстояние до которых составляет менее 1 км. Более чем 20 лет эксплуатации им принято свыше 1,5 млн тонн твердых коммунальных и промышленных отходов [4]. В данной работе проведена оценка экологического риска для указанного полигона ТКО.

Для расчёта экологического риска используется формула [5]:

$$R = K_1 \cdot K_2 \cdot W \cdot S,$$

где R – риск;

W – вероятность осуществления события (W принимает значения 1-6): 1 – происходит  $10^{-3} - 10^{-2}$  раз в год; 2 –  $10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2}$  раз в год; 3 –  $2 \cdot 10^{-2} - 10^{-1}$  раза в год; 4 –  $10^{-1} - 2,5 \cdot 10^{-1}$  раза в год; 5 –  $3 \cdot 10^{-1} - 10^0$  раза в год; 6 –  $10^0 - 10^1$  раза в год.

S – магнитуда ущерба (S принимает значения 1-5): 1 – последствия устраняются за счёт администрации полигона сроком не более 1 месяца; 2 – последствия устраняются за счёт администрации полигона, а также при использовании заёмных средств сроком не более 1 года; 3 – последствия устраняются при поддержке федерального центра более 1 года; 4 – последствия устраняются при поддержке федерального центра и международных организаций более 3 лет; 5 – неустранимый ущерб.

$K_1$  – фактор, зависящий от времени воздействия чрезвычайной ситуации (принимает значения от 1,1 до 1,7): 1,1 – фактор не действует; 1,2 – фактор действует менее 1 часа; 1,3 – 1-12 часов; 1,4 – 12-24 часа; 1,5 – 24-96 часов; 1,6 – 5-30 дней; 1,7 – более 30 дней.

$K_2$  – фактор, зависящий от сезона возникновения опасного явления (принимает значения от 1,1 до 1,4): 1,1 – условия сезона не влияют на аварийную ситуацию (AC); 1,2 – условия сезона приводят к частичному осложнению AC; 1,3 – условия сезона значительно осложняют AC; 1,4 – условия сезона непредсказуемо осложняют AC.

Основываясь на влиянии экологических факторов на природную среду, были приняты следующие чрезвычайные ситуации для расчёта риска при утилизации ТКО:

- повреждение дамб обвалования и разлив через них ТКО ( $R_1$ );
- выброс загрязнённых мусором сточных вод в природную среду ( $R_2$ );
- перенос отходов атмосферой ( $R_3$ );
- выбросы в атмосферу из-за возгорания отходов ( $R_4$ );
- проникновение в почву тяжёлых металлов ( $R_5$ );
- угроза заражения населения инфекционными заболеваниями, возникающими на полигоне ( $R_6$ ).

Для каждого возможной ситуации определён относительный показатель риска в табл. 1. Уровни риска варьируются в следующих пределах: 1-20 – низкий, 21-29 – средний, 30 и более – высокий.

Таблица 1  
Показатели и уровень риска для рассматриваемых сценариев

Номер ситуации	R и его параметры	Уровень риска
1 ( $R_1$ )	$W = 5; K_1 = 1,2; K_2 = 1,3; S = 3; R_1 = 23$	Средний
2 ( $R_2$ )	$W = 5; K_1 = 1,6; K_2 = 1,3; S = 4; R_2 = 42$	Высокий
3 ( $R_3$ )	$W = 6; K_1 = 1,5; K_2 = 1,3; S = 3; R_3 = 35$	Высокий
4 ( $R_4$ )	$W = 3; K_1 = 1,3; K_2 = 1,3; S = 2; R_4 = 10$	Низкий
5 ( $R_5$ )	$W = 4; K_1 = 1,3; K_2 = 1,4; S = 4; R_5 = 29$	Средний
6 ( $R_6$ )	$W = 4; K_1 = 1,6; K_2 = 1,1; S = 2; R_6 = 15$	Низкий

Для региона наиболее характерны такие явления, как атмосферный перенос отходов (сценарий  $R_3$ ) и выбросы сточных вод (сценарий  $R_2$ ). Рассчитав параметры риска для данных ситуаций, после внедрения метода сортировки ТКО, удалось значительно снизить показатель уровня риска. В табл. 2 представлены параметры риска после внедрения метода первичной сортировки ТКО.

Таблица 2

Показатели и уровень риска после внедрения сортировки ТКО

Номер сценария	$R$ и его параметры	Уровень риска
2 ( $R_2$ )	$W = 5; K_1 = 1,5; K_2 = 1,2; S = 3; R_2 = 27$	Средний
3 ( $R_3$ )	$W = 5; K_1 = 1,3; K_2 = 1,2; S = 2; R_3 = 16$	Низкий

Таким образом, сортировка ТКО, как элемент комплексной переработки мусора, позволяет снизить вышеуказанные риски. Прежде всего, данный метод позволит сократить площадь полигонов, так как большая часть отходов будет направляться на переработку. Также на полигоны в меньших объемах будут попадать отходы, требующие особой утилизации (медицинские, промышленные). Благодаря используемой выше методике, удалось подтвердить опасность и нецелесообразность полигонного захоронения мусора в существующих объемах. Сегодня Белгородская область принимает ряд важных решений для борьбы с данной проблемой, одним из которых является открытие мусоросортировочного комплекса в городе Губкин 10 октября 2019 года, который будет сортировать, перерабатывать и утилизировать ТКО. Приведенные в работе методы оценки экологического риска применяется при подготовке бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» [6].

*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В. Г. Шухова.*

#### Литература

1. Тугов А. Н. Перспективы использования твердых бытовых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов в России // Теплоэнергетика. 2013. № 9. С. 4.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году».
3. Алексеенко С. В., Басин А. С. Универсальная технология использования твердых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива // Энергосбережение. 2004. № 4. С. 12.
4. N Yu Kiryushina et al 2019 Assessment of environmental risk of municipal solid waste Landfill (by example of the city of Belgorod) IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.687 066030
5. Кравцова М. В. Оценка экологических рисков в процессе утилизации твердых бытовых отходов. / М. В. Кравцова, А. В. Васильев, Д. А. Волков, Ю. Ю. Башкиров. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. - № 1-7, том 16. – С. 1849 - 1857.
6. Семейкин А. Ю. Использование методов экологического мониторинга окружающей среды при подготовке бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс IX международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2016. С. 298-302.

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

A. L. Zlatova, L. V. Volovikova, A. A. Monogarova, D. I. Klimenko, A. S. Balantseva

#### CALCULATION OF ECOLOGICAL RISKS DURING DISPOSAL OF MSW IN THE BELGOROD REGION

The article presents an assessment of environmental risks in the disposal of solid municipal waste in the Belgorod region before and after the introduction of their sorting

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

А. Н. Малышев

## АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ООПТ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Урал считается одной из уникальнейших территорий России, да и всей планеты в целом. В Уральском Федеральном округе насчитывается порядка 1202 особо охраняемых природных территорий, на которых на протяжении 200-250 лет организовывали вырубки, осуществляли добычу каменного угля, железных, медных, золотых и других руд. Строили поселения, плотины, занимались охотой. Следы этой деятельности видны до сих пор. К тому же, сложное геоморфологическое строение территории Урала является одной из причин изменения абиотических факторов среды в горизонтальном и вертикальном положениях. Экологический мониторинг служит в качестве главного и достоверного способа для определения антропогенного влияния на особо охраняемые природные территории Свердловской области. Благодаря нему возможно отследить сокращения биоразнообразия изучаемой области. Мониторинг осуществлялся на 3 особо охраняемых природных территориях: территорий природных парков «Олены ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места», природноминералогического заказника «Режевской»

В максимальной степени подвергаются антропогенному влиянию такие комплексы как горно-таежный, предгорно-таежный, долино-таежный [1]. Они расположены в наиболее выгодном положении на горных территориях Свердловской области, а поэтому, нуждаются в пристальном внимании к состоянию природных комплексов, оценке будущих и настоящих изменений, а в случае необходимости – охране или восстановлении. Хорошим местом для этого служат особо охраняемые природные территории, которые подвержены рекреационной нагрузке и испытывают техногенное воздействие из-за находящихся вблизи промышленных предприятий. Цель работы -анализ влияния антропогенного фактора на особо охраняемы природные территории Свердловской области.

Опираясь на труды В. Н. Большакова и И. А. Кузнецовой, Гилева А.В., Арефьева С. П. [2, 3, 4] основными объектами изучения как маркеров антропогенного влияния в 2012-2015 гг. на территориях ООПТ Свердловской области для определения ситуации являются:

- Рыжие лесные муравьи (*Formica rufa*). Данный вид в кратчайшее время реагирует на изменение условий внешней среды.
- Реакция птиц.
- Группа видов водных беспозвоночных.
- Разнообразие видов растительных ценозов и дереворазрушающих грибов.

Популяция рыжих лесных муравьев (*Formica rufa*) рассматривается, так как данный вид беспозвоночных наиболее легок для анализа изменений условий окружающей их среды. Связано это с тем, что они обладают достаточно примечательным признаком существования: основывают крупные муравейники из хвоинок и веточек, которые достигают до 2 метров в высоту, а также достаточно быстро реагируют на какие либо изменения, включающие в себя как антропогенное, так и техногенное воздействие. При повышенном воздействии человека, которое приводит к увеличению рекреационной нагрузки, на жизнедеятельность *Formica Rufa* размеры муравейников достаточно сильно уменьшаются, это связано с тем, что энергия муравьев тратиться на ремонт и перемещение существующих жилищ. Также, при повышенной рекреационной нагрузке особи рыжих лесных муравьев чаще осуществляют переселения, стараясь найти более благоприятные места к существованию.

Также в рамках экологического мониторинга на ООПТ рассматривалась реакция птиц. Непрерывное человеческое влияние ведет к сокращению численности или полному исчезновению некоторых видов птиц, к повышению нервозности особей (сов, дроздов и прочих). Кроме того, результат постоянного влияния антропогенного фактора -

стремительное увеличение числа “городских птиц”. В эту группу входят воробьи, голуби, синицы, вороны и другие представители. Итогом этого является повышение нагрузки на пищевой баланс ООПТ, что приводит к вытеснению некоторых видов. Необходимо заметить, что невсегда именно деятельность человека является причиной деградации популяции какого-либо вида. В исследуемых ареалах в 2013 и 2015 гг. часть видов снижала свою численность по естественным причинам таким как повышение и понижение температуру атмосферного воздуха, изменение температурного и водного балансов водоемов, ручейков, являющихся основными источниками воды для организмов населяющих особо охраняемые природные территории. Итог по этой категории: исследуемые популяции птиц Свердловской области представляют сложно нарушенную группу, на которую человек может повлиять только при постоянном и продолжительном воздействии.

Повышение привлекательности отдыха на территориях ООПТ для людей к сокращению биоразнообразия растительного мира. Деградация категории растительных сообществ и древоразрушающих грибов повышается пропорционально увеличению антропогенного воздействия. Наблюдается увеличение числа различным троп, образующихся путем вытаптывания почвы вместе с растениями, использование отдыхающими деревьев как источников розжига для разведения костров, разведение костров и прочее.

Результаты исследований, проведенных в 2012-2015 гг., свидетельствуют, что на исследуемых ареалах наблюдается и сохраняется постоянное ухудшение год за годом, но следует заметить, что изменения ПЗ не достигают. Рыжие лесные муравьи (*Formica rufa*) демонстрируют неизменную численность популяции. Птицы как категория продолжают существовать, но если рассматривать виды по отдельности, часть из них с влиянием антропогенного фактора увеличилась, а часть сократилась по численности, но не один вид не исчез. Для обеспечения сохранности растительных ценозов и гетеротрофных эукариот с осмотрофным типом питания необходимо детальнее рассмотреть и продумать карту туристических маршрутов по особо охраняемым природным территориям. Если рассматривать произведенный мониторинг в общем ключе, с уверенностью можно сказать, что все изучаемые комплексы находятся в относительно стабильном состоянии. Остается лишь поддерживать его путем урегулирования антропогенного воздействия созданием новых правил, форм и методов наблюдения и контролирования.

#### Литература

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Свердловской области, Электронный ресурс. URL: <http://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/>
2. Арефьев С. П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.
3. Гилев А. В. Результаты исследования состояния сообществ рыжих лесных муравьев // Результаты мониторинга состояния природной среды особо охраняемых природных территорий Свердловской области. Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2013. С. 157–169.
4. Большаков В. Н., Кузнецова И. А. Особо охраняемые природные территории Свердловской области: мониторинг состояния природной среды: [монография] / И. А. Кузнецова, М. Г. Головатин, А. В. Гилев и др.; отв. ред. И. А. Кузнецова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 189 с.

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

A. N. Malyshev

#### THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR ON SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF THE SVERDLOVSK REGION

This article describes the study of the impact of anthropogenic factors on the protected areas of the Sverdlovsk region. The study provides an idea of the current human impact on specially protected natural areas based on environmental monitoring of animal and plant species that live in protected areas. A description of the behavior of each species based on the results of environmental monitoring is given. The conclusion is made about the influence of the anthropogenic factor on the representatives of flora and fauna that inhabit protected areas

Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

Л. Е. Механтьева, М. В. Перфильева, Т. А. Степанова, И. С. Каратеева, А. С. Черниговская

## ПРОБЛЕМА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье представлены результаты исследования о степени воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения. Проживающего на территории Воронежской области. Основными из центральных факторов являются загрязнение атмосферного воздуха и гигиеническое состояния питьевой воды. Проведен анализ санитарно-эпидемиологической обстановки и оценен уровень заболеваемости на территории Воронежской области с 2016-2018 годы

**Актуальность.** Современный человек на протяжении жизни подвергается влиянию многочисленных окружающих факторов, от которых зависит качество его жизни, а так же жизни подрастающего поколения [1, 2, 3]. Важную роль в формировании качественной жизни и здоровья играют техногенные факторы окружающей среды [4, 5, 6].

**Цель.** Изучение степени воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения Воронежской области.

**Материалы.** В работе использовались данные доклада Управления Роспотребнадзора по Воронежской области, а также данные информационного бюллетеня за 2018 год.

**Методы.** Анализ и овладение показателями санитарного состояния атмосферного воздуха и воды на территории Воронежской области. Исследование проводилось в две стадии. На первой стадии была проведена оценка состояния питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и оценка состояния атмосферного воздуха городских и сельских поселений на территории Воронежской области за 2016-2018 годы [7, 8]. На второй стадии было проведено изучение состояния здоровья из заболеваемости населения, которое проживает в экологически неблагоприятных районах области. Были учтены доли проб воды систем централизованного водоснабжения, кратность превышения предельно допустимых концентраций проб воздуха атмосферы населенных мест, а также ранжирование территорий риска области по уровню загрязнения окружающей среды и заболеваемости населения. В результате исследования было выявлено, что одним из основных факторов, который оказывает негативное влияние на состояние здоровья людей, является санитарно-гигиеническое состояние питьевой воды систем централизованного водоснабжения. К веществам, превышающим нормы в пробах питьевой воды относятся: если общей жесткости, железо, марганец, нитраты и бор. По санитарно-химическим показателям тенденций к улучшению не отмечено: в 2018 году удельный вес проб, которые не соответствуют санитарным нормам, составил около 40 % против 31 % в 2016 году. Однако наблюдается и положительная динамика. Так, относительно 2016 года качество питьевой воды источников централизованного водоснабжения улучшилось по микробиологическим показателям: доля проб воды, которые не удовлетворяют санитарным требованиям, снизилась с 3,0 до 1,4 %.

Наряду с санитарными проблемами состояния питьевой воды систем водоснабжения, к факторам, оказывающим отрицательное воздействие на организм человека и здоровье популяции, относится загрязнение атмосферного воздуха. Избыток ПДК с. с. были зарегистрированы по содержанию двуокиси азота, взвешенных веществ, формальдегида, двуокиси серы,monoоксида углерода, фенола. Кратность превышения ПДК с. с. по веществам, которые загрязняют воздух атмосферы, в 2017-2018 годы составила от 1,1 до 5,0 раз. Анализ динамики доли проб, превышающих ПДК с. с. свидетельствует о росте показателя в интервалах «более 1,0-2,0» и «более 2,1-5,0» по формальдегиду и снижении показателя в данных диапазонах по фенолу и озону. В 2016-2018 годах, доля проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам в городских

поселениях оставалась стабильной (2016 г. –около 1 %; 2017 г. – в районе 0,5 %; 2018 г. – 1,0 %), в поселениях сельской местности снизилась - с 1,0 до 0,5 %).

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования был произведен анализ экологической обстановки более 30 районов Воронежской области. Вместе с тем – изучена тенденция уровня заболеваемости на данных территориях. Наиболее высокие показатели зарегистрированы в период 2016-2017 гг. В 2018 году по результатам ведения санитарно-гигиенического мониторинга к территориям «риска» отнесено 4 административных образования области: Павловский, Россонанский административные районы, Борисоглебский городской округ - по взвешенным веществам, городской округ город Воронеж - по азоту диоксиду, серы диоксиду, углерода оксиду, фенолу, формальдегиду. В целом, несоответствие гигиеническим нормативам отмечено на 8-ми маршрутных постах данных административных территорий.

В 2018 году выявлены территории «риска» по содержанию фенола и азота диоксида. По данным мониторинга, наиболее высокое превышение ПДК (2,1-5 раз) азота диоксида и фенола в г. Воронеже. Наименьшее превышение нормативов (0,1-1,0 раз) наблюдается в следующих районах: Рамонский, Семилукский, Аннинский, Острогожский, Лискинский, Павловский, Калачеевский, Борисоглебский, Россонанский. Данная статистика указывает на неравномерную аэротехногенную нагрузку на территории Воронежской области.

Также, по данным санитарно-гигиенического мониторинга, в 2018 году к территориям «риска» по содержанию в атмосферном воздухе углерода диоксида и формальдегида относится ГО г. Воронеж. Превышение ПДК на данной территории по формальдегиду составляет от 2,1 до 5,0 раз, а по углерода диоксиду - варьируется в пределах от 1,1 до 2,0. На территории же Рамонского, Семилукского, Аннинского, Острогожского, Лискинского, Павловского, Калачеевского, Борисоглебского, Россонанского районов кратность повышения ПДК по углерода диоксиду и формальдегиду не превышает 0,1-1,0.

В отдельную группу выделены также территории «риска» по содержанию озона и взвешенных веществ. Кратность превышения ПДК по озону (данные за 2017 год) составила 2,1-5,0. По содержанию взвешенных веществ установленные нормы ПДК в 1,1-2,0 раза превышают следующие районы: Павловский, Россонанский, Борисоглебский. Наименьшее же превышение ПДК по данным санитарно-гигиенического мониторинга зарегистрировано в Рамонском, Семилукском, Лискинском, Острогожском, Аннинском и Калачеевском районах Воронежской области, а также и в самом г. Воронеже.

По результатам мониторинговых наблюдений наибольшее количество населения подвержено высоким уровням загрязнения атмосферного воздуха азота диоксидом (1 ранговое место), формальдегидом (2 ранговое место), взвешенными веществами (3 ранговое место). На большей части территории области отмечена более благоприятная экологическая обстановка по уровню загрязнения атмосферного воздуха. В этих районах уровень ПДК был превышен незначительно.

Не менее важным фактором, влияющим на показатели популяционного здоровья, является и гигиеническое состояние питьевой воды. В 2018 году в мониторинговых точках контроля несоответствие питьевой воды гигиеническим нормативам отмечено по содержанию: железа, общей жесткости, нитратов, марганца, бора.

По данным санитарно-гигиенического мониторинга, в 2018 году территориями «риска» по содержанию железа в питьевой воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, превышающими допустимый уровень ПДК более, чем в 5,1 раза являются следующие районы: Хохольский, Новохопёрский, Терновский, Борисоглебский, Ольховатский, Кантемировский, а также города: Воронеж и Нововоронеж. В меньшей степени (в 2,1-5,0 раз) уровень ПДК превышен в Лискинском, Бобровском, Каширском, Верхнекавском и Поворинском районах. В Репьевском районе уровень ПДК превышен в 1,1-2,0 раза. В остальных же районах – уровень ПДК значительно не превышен по данному показателю.

Территориями «риска» по содержанию солей общей жесткости в питьевой воде систем централизованного хозяйствственно-питьевого водоснабжения являются следующие: Лискинский, Бобровский, Панинский, Аннинский, Таловский, Бутурлиновский, Новохопёрский, Поворинский, Подгоренский, Ольховатский, Калачеевский и Кантемировский районы. На данных территориях уровень превышения ПДК исчисляется в более 10 мг/экв. на литр. В остальных районах Воронежской области Кратность превышения норматива составляет до 10 мг/экв. на литр.

По содержанию марганца выделяют следующие территории «риска»: Хохольский район (уровень ПДК превышен в 1,1-2,0 раза), Бобровский и Аннинский районы (превышение норматива в 2,1-5,0 раз). Наибольшее превышение допустимых нормативов по марганцу наблюдается в г. Воронеже – уровень ПДК превышен более, чем в 5,1 раза.

Исследуя нормативы по содержанию нитратов, были выявлены следующие результаты: наибольшее превышение нормативов регистрируется в Новохопёрском и Терновском районах (2,1-5,0 раз). В 1,1-2,0 раза ПДК по содержанию нитратов превышена в Лискинском, Аннинском и Рамонском районах.

Территорией «риска» по содержанию бора, по данным санитарно-гигиенического мониторинга за 2018 год, является Хохольский район. Допущенный норматив превышен в 1,1-2,0 раза. Также, санитарно-гигиенический мониторинг регламентирует норматив по содержанию условно-патогенных микроорганизмов. К территории «риска» относится Верхнекавский район. На данной местности условно-патогенные организмы обнаружены.

За анализируемый трехлетний период зарегистрирован рост показателей заболеваемости взрослого населения (18 лет и старше) в целом на 3,4 %, а также - по 7-ми классам болезней, из которых наиболее высокие темпы прироста регистрируются по болезням глаза и его придаточного аппарата (+27,0 %), болезням органов дыхания (+23,1 %). По 11-ти классам болезней наблюдается снижение заболеваемости.

По проведенным наблюдениям было выявлено, что ПДК по атмосферному воздуху превышало норму в 2017г. Но уже в 2018 г заметно снижение ПДК, и районов, оказавшихся в зоне риска, стало значительно меньше. К сожалению, в 2017 г. к зонам риска по гигиеническому состоянию воды относится 11 районов, что превышает значения прошлых лет.

Для изучения влияния загрязненных атмосферного воздуха и питьевой воды на заболеваемость населения области проведена оценка различий среднегодовых показателей по территориям, отличающимся по уровню загрязнения.

К группе приоритетных заболеваний ассоциированных с уровнями загрязнения атмосферного воздуха относится класс болезней органов дыхания. Эпидемиологическими исследованиями установлено, что высокие уровни загрязнения атмосферы вызывают хронические и острых респираторные заболевания. Анализ состояния заболеваемости населения Воронежской области свидетельствует, что высокие показатели заболеваемости органов дыхания, в том числе астмы и астматического статуса детского населения, превышающие среднеобластной уровень болезни, в 2017 году отмечены на одиннадцати административных территориях области, экологически неблагополучных по загрязнению атмосферного воздуха.

Эпидемиологическими исследованиями, выполненными в РФ, установлено, что рост болезней крови, кроветворной системы, мочеполовой системы может быть обусловлен влиянием санитарно - химических показателей на состояние питьевой воды. Сводным фактором в большей степени ассоциируется риск развития мочекаменной болезни. Показатель заболеваемости мочекаменной болезнью детей в возрасте до 14 лет за трехлетний период (с 2016 по 2018 годы) вырос на 19,0 %. Территории «риска» по мочекаменной болезни у детей в 2016 году представлены 12 муниципальными образованиями.

Для оценки взаимосвязи экологических показателей качества окружающей среды и критериев состояния здоровья населения области кроме взрослого населения был выбран

детский контингент. Это объясняется тем, что дети более привязаны к району постоянного проживания, в то время как взрослые постоянно мигрируют по территории города, т.к. место трудовой деятельности зачастую локализуется вдали от района проживания. Кроме того, в формировании здоровья взрослого населения вклад могут оказывать производственные факторы, образ жизни.

В данном исследовании не учитывались наследственные факторы, что так же может внести искажения в результаты, так как не только нынешняя обстановка окружающей среды влияет на качество жизни человека, но и уровень здоровья прошлых поколений и наличие наследственных заболеваний в роду.

**Выводы.** За последние годы отмечается снижение некоторых показателей загрязненности окружающей среды, что свидетельствует об удовлетворительной экологической обстановке на территории Воронежской области.

Результаты проведенного анализа данных заболеваемости детского и взрослого населения, обусловленной неблагоприятным воздействием комплекса техногенных факторов, могут свидетельствовать о различиях в уровнях заболеваемости населения, проживающего на территории разных районов. Повышенное содержание определенных веществ в атмосферном воздухе, воде и почве района влечет за собой высокий уровень заболеваемости по конкретным классам болезней.

Зависимость показателей заболеваемости населения от степени загрязненности окружающей среды указывает на необходимость принятия определенных мер по стремлению к соблюдению гигиенических нормативов.

#### Литература

- 1.Механтъева Л. Е., Перфильева М. В., Мальцева А. А., Забабурина И. А. Особенности организации оказания медицинской помощи при химической аварии на территории Воронежской области (оригинальная статья). *Молодежный инновационный вестник*.2019; 8 (2): 353 – 355.
- 2.Перегудова О. П., Механтъева Л. Е., Склярова Т. П., Сапронов Г. И. Прогнозирование распространения хлорсодержащих соединений в бассейне грунтовых вод (оригинальная статья). Прикладные информационные аспекты медицины: научно-практический журнал. 2017; 20 (1): 56-63.
- 3.Перфильева М. В., Механтъева Л. Е., Раскина Е. А. Анализ организации медико-санитарного обеспечения пострадавших при пожарах в Воронежской области. Прикладные информационные аспекты медицины. 2017; 20 (1): 70-76.
4. Енин А. В., Масалыгин А. В., Токарева Е. С., Архипенко П. П. Влияние температурных погодных аномалий на здоровье населения Воронежской области. Гигиенические и экологические аспекты профилактики заболеваемости на региональном уровне. Материалы III межвузовской научно-практической конференции. Воронеж; 2018: 62-64.
5. Пичужкина Н. М., Овсянникова Н. В., Попова Т. А. Мониторинг как инструмент контроля качества атмосферного воздуха. Сборник статей по итогамрегиональной конференции, посвящённой 95-летиюсанитарно-эпидемиологической службы России. Воронеж; 2017: 127-131.
6. Куролап С. А., Клепиков О. В. Медико-экологическая диагностика состояния окружающей среды города Воронежа. Воронеж: Издательство «Научная книга». 2017, 184 с.
7. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2018 году». Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области. 2018, 199 с.
- 8.Механтьев И. И., Степкин Ю. И. Информационный бюллетень. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Воронежской области по показателям социально-гигиенического мониторинга. Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. 2018. Режим доступа: [http://36.rosspotrebnadzor.ru/download/sgminflibcreda\\_2018.pdf](http://36.rosspotrebnadzor.ru/download/sgminflibcreda_2018.pdf). Дата обращения: 26.02.2020.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

L. E. Mekhantieva, M. V. Perfilieva, T. A. Stepanova, I. S. Karateeva, A. S. Chernigovskaya

#### THE PROBLEM OF TECHNOGENIC POLLUTION OF ENVIRONMENTAL FACTORS AND ITS INFLUENCE ON THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE VORONEZH REGION

The article presents the results of a study on the degree of influence of environmental factors on public health in the Voronezh region. The main key factors are air pollution and the hygienic condition of drinking water. The analysis of the sanitary-epidemiological situation was carried out. The morbidity level in the territory of the Voronezh region from 2015-2018 was estimated

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 504.3.054/504.75.05

В. А. Дрозд<sup>1</sup>, К. С. Голохваст<sup>2</sup>

## О ВЛИЯНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. ВЛАДИВОСТОКА

В статье представлены результаты исследования радиационного фона, шума от внешних источников и магнитного поля от бытовых приборов, полученных в результате обследования ста жилых помещений, расположенных в разных административных районах г. Владивостока. Выявлено, что наиболее значимым фактором, оказывающим влияние на население города, является шумовое загрязнение. Выявлено наличие магнитного излучения в широком диапазоне частот от бытовых приборов. Радиометрический контроль квартир не выявил опасных превышений уровня радиационного фона

### Введение

На протяжении своей жизни человек постоянно подвергается воздействию негативных факторов окружающей среды. В данной статье речь пойдет о воздействии физических факторов, которым человек подвергается во время нахождения дома. Современный человек проводит в жилых и общественных помещениях от 52 до 85 % суточного времени и зачастую не задумывается о влиянии факторов внутренней среды помещений на свое здоровье [1]. В работе представлены результаты исследований, в которых были измерены показатели физических факторов, таких как шум от внешних источников, магнитное излучение от широко распространённых бытовых приборов и радиационный гамма-фон от строительных материалов, из которых были построены дома. Целью настоящей работы является оценка качества внутренней среды жилых помещений г. Владивостока с точки зрения экологической безопасности. Исследования проводились в ста жилых помещениях, расположенных в пяти административных районах города, а также на кампусе ДВФУ (рис. 1).



Рис. 1. Карта расположения исследованных квартир в административных районах г. Владивостока

## *Результаты и обсуждение*

Исследования уровней эквивалентного шума от внешних источников проводилось при помощи шумометра 1го класса точности Октава 121. Так как изначально планировалось проведение замеров уровня шума от внешних источников, то все измерения проводились в вечернее время с 19 до 21 часов, во время наиболее активного движения транспорта на улицах города [2-4].

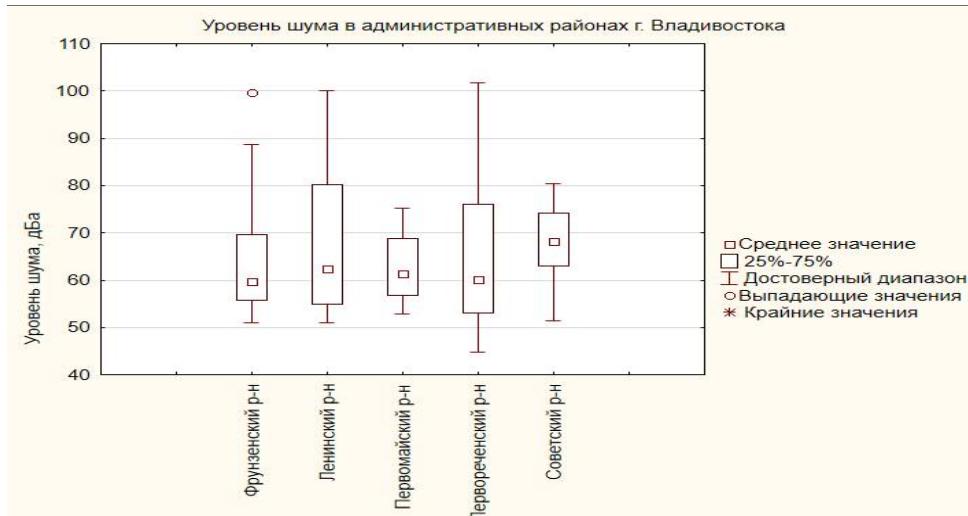


Рис. 2. График распределения уровней шума в районах г. Владивостока

На представленном выше графике (рис. 2) видно, что наиболее высокие уровни шума были зафиксированный в Ленинском и Первореченском районах города – территориях с наиболее активным движением транспорта. Кроме того, уровень шума во всех обследованных помещениях превышает предельно-допустимые уровни (ПДУ) эквивалентного шума для дневного времени (40 дБа), установленные в СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Основным источником электромагнитных полей промышленной частоты в жилых помещениях являются бытовые приборы [5, 6]. Измерения уровней напряженности магнитного поля от бытовых приборов проводились при помощи прибора ВЕ-метр-АТ-002 в диапазонах частот 0,05-2 кГц и 2-400 кГц. Расстояние от оборудования в момент измерения составляло 15-20 см. Для проведения исследований были выбраны пять типов бытовых приборов: электрические чайники, СВЧ печи, электрические кухонные плиты, холодильники, нагревательные системы «теплый пол». Выбор объектов исследования обусловлен тем, что для данного типа бытовой техники не установлены ПДУ магнитного поля. В качестве норматива в данном исследовании были взяты нормативы уровней магнитного поля, установленные для видеодисплейных терминалов (персональных компьютеров) установленные в МСанПиН 001-96.

Результаты замеров магнитного поля в диапазонах 0,05-2 кГц и 2-400 кГц представлены на графиках (рис. 3, 4).

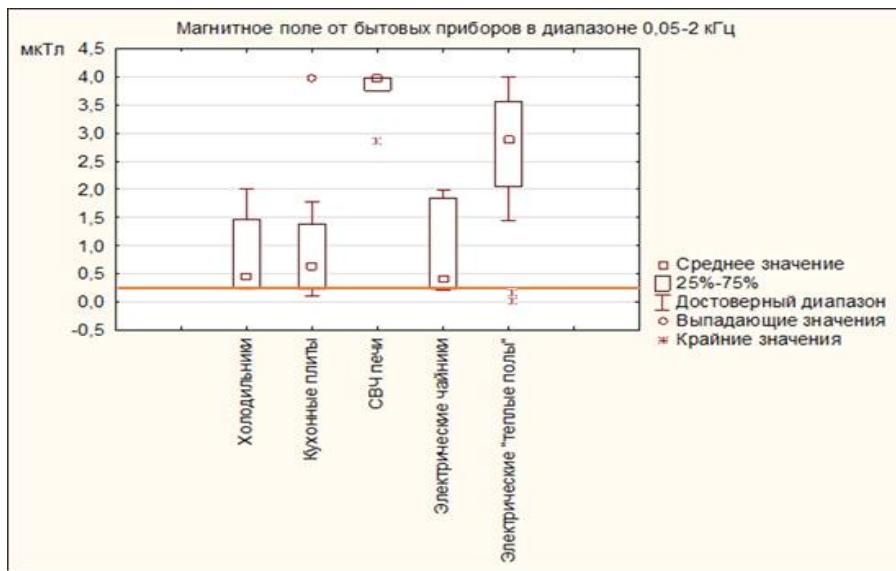


Рис. 3. Результаты измерения магнитного поля в диапазоне 0,05 – 2 кГц.

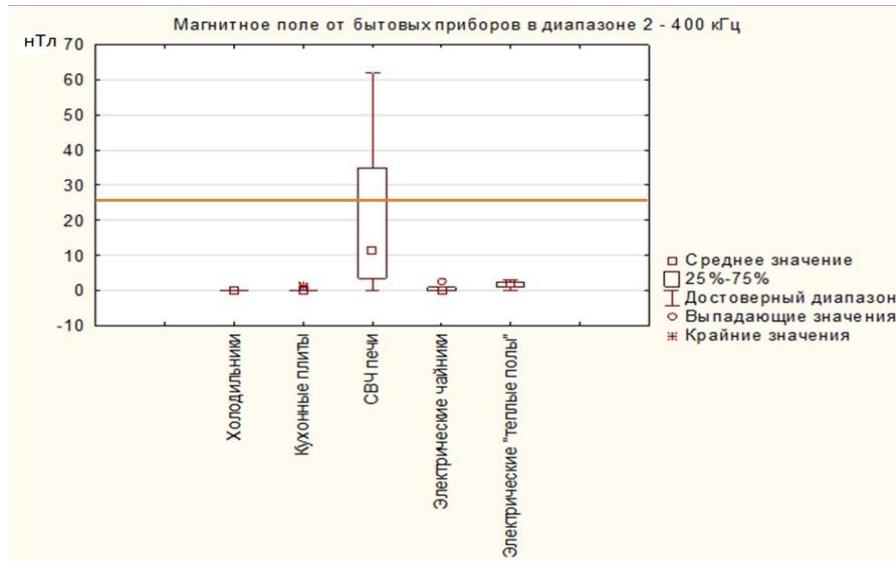


Рис. 4. Результаты измерения магнитного поля в диапазоне 2 – 400 кГц

Наиболее высокие уровни магнитного поля наблюдаются в диапазоне 0,05-2 кГц. Излучение от всех типов приборов превышает установленные нормативы. Особенно на общем фоне выделяются СВЧ печи и системы «теплый пол». В диапазоне 2-400 кГц превышений обнаружено не было, за исключением упоминаемых ранее СВЧ печей.

Измерение уровней радиационного фона помещений проводились при помощи дозиметров гамма-излучения ДКГ РМ 1203М (фирма-производитель Polimaster, респ. Беларусь) и МКС 01СА 1М (фирма-производитель СНИИП-Аунис, РФ). Результаты исследований представлены на рис. 5.

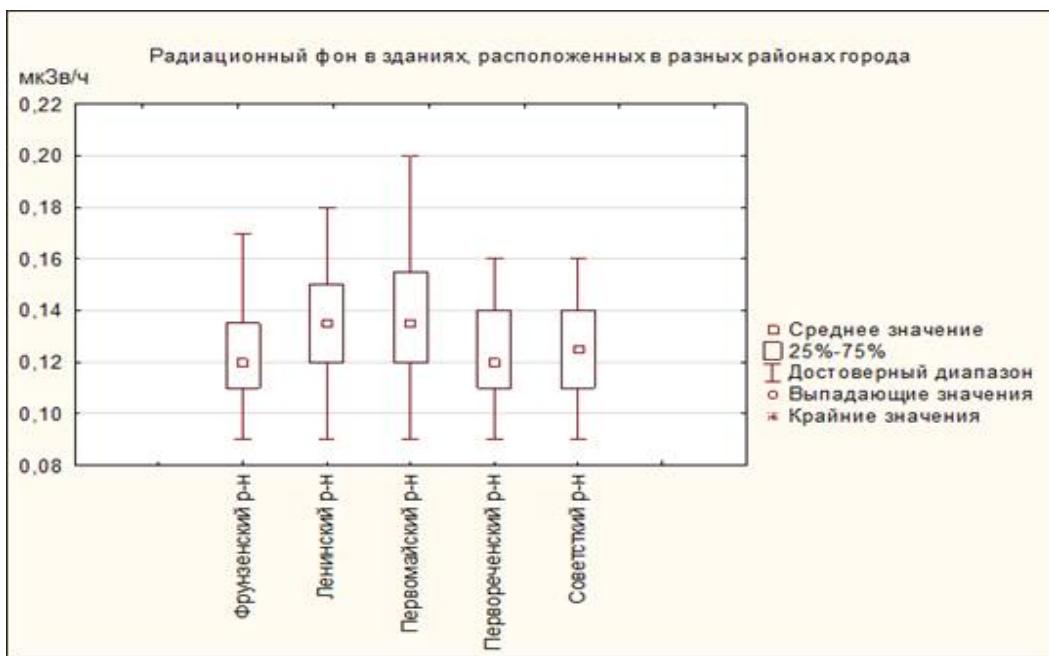


Рис. 5. Радиационный фон квартир, расположенных в разных районах города

Как видно из рис. 5, территориальное расположение квартир не оказывает никакого влияния уровень радиационного фона. В большей степени на радиационный фон квартир оказывают влияние природные радионуклиды, содержащиеся в строительных материалах [7-9]. Тем не менее, ни в одной из обследованных квартир уровень гамма-излучения не превысил нормативов, установленных в НРБ-99/2009.

#### *Выводы*

Исходя из представленных выше данных можно сделать вывод, что жители обследованных квартир наиболее подвержены воздействию шума от внешних источников, таких как автомобильный транспорт, а также излучению магнитных полей, генерируемых бытовыми приборами. Гамма-излучение внутри жилых помещений не превышает установленных нормативов и не оказывает значительного влияния на здоровье населения.

Для уменьшения шумовой нагрузки рекомендуется разработка и проведения мероприятий по установке шумозащитных экранов, посадке зеленых насаждений и улучшению качества дорожного покрытия [10-14].

Установленный факт наличия магнитного излучения в широком диапазоне от бытовых приборов требует проведения дополнительных исследований.

#### *Литература*

1. Губернский Ю. Д., Калинина Ю. Д. Гигиеническая характеристика химических факторов риска в условиях жилой среды. Гигиена и санитария. 2001; 4: 21-4.
2. Кирдеева Т. А. Шумовое загрязнение города Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука, 2009. № 3 (38). С. 32-33.
3. Ковалевская О. Ю. Проблема шумового загрязнения от автомобильного транспорта города Владивостока // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2012. № 1. С. 53-55.
4. Жигаев Д. С., Кику П. Ф. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума на население Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2012. С. 101-104
5. Калашникова Л. Я., Колькина Е. А. Влияние электромагнитного излучения бытовых приборов на здоровье человека // Образование в области безопасности жизнедеятельности и новых технологий: проблемы и перспективы развития. Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 48 – 50.
6. Sam Aerts, Carolina Calderon, Blaž Valič, Myron Maslanyj, Darren Addison, Terry Mee, Cristian Goiceanu, Leen Verloock, Matthias Van Den Bossche, Peter Gajšek, Roel Vermeulen, Martin Röösli, Elisabeth Cardis, Luc Martens, Wout Joseph Measurements of intermediate-frequency electric and magnetic fields in households Environmental Research. 2017. Vol. 154. P. 160-170.
7. Сидельникова О. П., Козлов Ю. Д. Влияние активности естественных радионуклидов строительных материалов на радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат, 1996. 160 с.

8. Орлова К. Н., Гайдамак М. А. Исследование тенденций миграции радионуклидов в строительных материалах// Технологии и материалы. 2017 Т. 1, С. 19-24
9. Дорошенко И. В. Накопление радионуклидов в постройках из различного материала [Электронный ресурс] // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 17-18 апреля 2014 г. Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — [С. 114-116]. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C68/037.pdf>
10. Николов Н. Д., Шубин И. Л. Современный подход к акустическому расчету транспортных шумозащитных экранов//ACADEMIA. Архитектура и строительство. М.: 2010. С. 130-134.
11. Майба И. А., Ананко А. М., Муртазалиев Р. М. Обзор методов борьбы с шумовым загрязнением от железнодорожного транспорта // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта, 2012. № 2. С.53-59.
12. Корчака А. В. Опыт разработки шумозащитных мероприятий для селитебной территории г. Владивостока // Достижения науки и образования - № 7 (29), 2018. Режим доступа: <https://scientifictext.ru/images/PDF/2018/DNO-7-29/optyut-razrabotki.pdf>
13. Птицына С. И., Тлустая С. Е. Ландшафтно-экологическое озеленение территорий жилых комплексов в городе Владивосток // Научные исследования, 2018. С. 68-71.
14. Зыков И. Г., Балычев В. Д., Шиленко Н. В. Роль защитных лесонасаждений в снижении шумового загрязнения // Земледелие, 2008. № 7. С. 8-9.

<sup>1</sup> ООО «Экоаналитика»

<sup>2</sup> Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток, Россия

V. A. Drozd<sup>1</sup>, K. S. Golokhvast<sup>2</sup>

On the influence of physical environmental factors on the health of the population of Vladivostok The article presents the results of the study of radiation background, noise from external sources and magnetic field from household appliances obtained from the survey of one hundred residential premises located in different administrative districts of Vladivostok. It was revealed that the most significant factor affecting the city's population is noise pollution. The presence of magnetic radiation in a wide range of frequencies from household appliances was revealed. Radiometric monitoring of apartments did not reveal dangerous excess of the radiation background level

<sup>1</sup> ООО "Ecoanalytics"

<sup>2</sup> Far Eastern Federal University (FEFU), Vladivostok, Russia

УДК 331.432.6

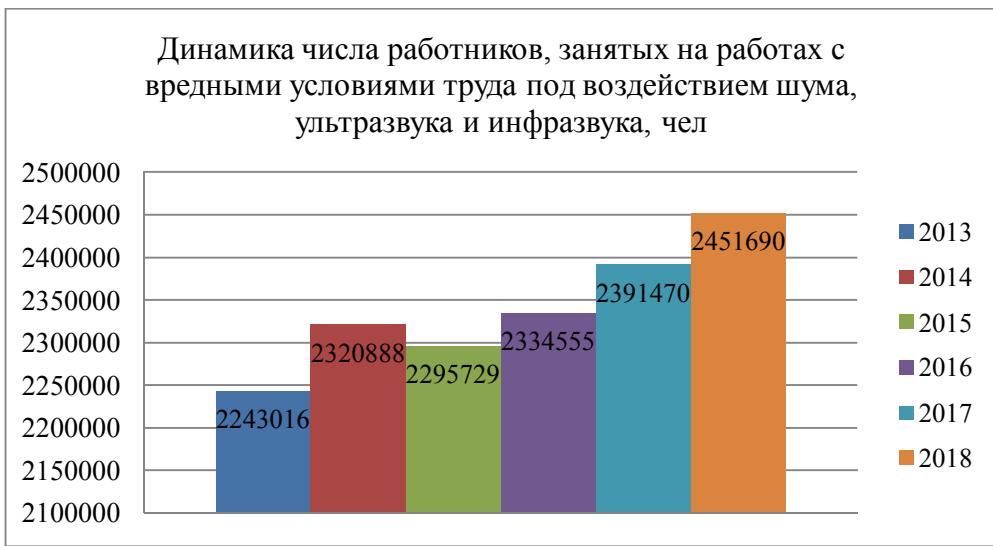
В. В. Баклакова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Статья посвящена анализу физической сущности процесса акустического загрязнения воздушной среды. Согласно физико-энергетическому подходу, акустическое загрязнение воздушной среды рассматривается как многоэтапный вероятностный процесс, реализация которого зависит от физических характеристик объектов, участвующих в нем на каждом этапе и особенностей их взаимодействия друг с другом

Шум является общебиологическим раздражителем, так как оказывает воздействие не только на орган слуха, но и на весь организм в целом, и как следствие снижает работоспособность и может привести к снижению производительности труда, а, следовательно, и к экономическим убыткам [1, 2].

Несмотря на интенсивное развитие современных методов организации технологических процессов, которые позволяют минимизировать негативное воздействие производственных факторов на работников в различных сферах трудовой деятельности, число занятых на работах под воздействием повышенных уровней шума и вибрации возрастает ежегодно и с 2013 года увеличилось более чем на 9 % (рисунок).



Динамика числа работников, занятых на работах с вредными условиями труда под воздействием шума, ультразвука и инфразвука [3-8]

Выявленная тенденция позволяет сделать вывод о необходимости поиска новых систем защиты от повышенных уровней шума в строительной отрасли. Подбор средств и методов защиты должен производиться с учетом особенностей источника акустического загрязнения и его физических параметров.

Именно потому наиболее предпочтительным для исследования процесса акустического загрязнения является физико-энергетический методологический подход, поскольку он позволяет выявить физические связи, возникающие при взаимодействии всех объектов, принимающих участие в данном процессе и спрогнозировать их поведение, под влиянием физических параметров.

В соответствии с выбранным подходом исследования, нами были определены основные характеристики процесса акустического загрязнения воздушной среды для цеха глиняного кирпича формовочного отделения, и выполнялось построение физической модели процесса с учетом основных его составляющих: стадий реализации и задействованных на каждой из них физических объектов.

В рамках исследования нами выявлены основные стадии шумового загрязнения воздушной среды, при последовательной реализации которых образовавшиеся звуковые волны распространяются в воздухе рабочей зоны и в приземном слое атмосферы, а также выделены основные физические объекты, участвующие в процессе на всех этапах.

Акустическое загрязнение воздушной среды мы рассматриваем как сложный процесс, состоящий из нескольких стадий, на каждой из которых взаимодействуют различные физические объекты.

Первая стадия процесса загрязнения воздушной среды – образование звуковой волны сопровождает практически каждый технологический процесс, в котором используются сырьевые материалы. Источником образования звуковых волн зачастую является часть технологического оборудования, реализующая процесс переработки сырья.

Технологическое сырье принимает, как прямое, так и косвенное участие в процессе образования звуковой волны. В первом случае образуется механический звук при загрузке или обработке сырья с помощью технологического оборудования, в процессе формования кирпича – это загрузка подготовленной глиняной массы в вакуум-камеру пресса [9]. Во втором случае – потребность обработки технологического сырья является причиной работы технологического оборудования, которая сопровождается интенсивным выделением энергии, частично преобразующейся в звуковое излучение.

Технологическое оборудование, как объект принимающий участие в образовании звуковой волны, оказывает существенное влияние на характеристики процесса акустического загрязнения посредством своих технических характеристик.

Внутренний источник звуковых волн представляет собой часть технологического оборудования, в зоне которой происходит излучение шумового поля во внутренний объем производственного помещения.

На второй стадии процесса загрязнения воздушной среды происходит излучение звуковых волн в воздушную среду внутреннего объема помещения.

Звуковые волны, образовавшиеся на первой стадии, рассматриваются нами, как физический объект, участвующий в процессе внутреннего излучения, с учетом всех их физических характеристик, которые могут рассматриваться как параметры, влияющие на вероятность дальнейшей реализации процесса акустического загрязнения воздушной среды.

Зона технологического оборудования, непосредственно связанная с воздухом рабочей зоны, в которой происходит излучение звуковых волн, представляет собой внутренний источник излучения.

Воздух рабочей зоны, также необходимо рассматривать как физический объект, принимающий участие в процессе акустического загрязнения на второй стадии, так как на характер излучения звуковой волны непосредственное влияние оказывают основные параметры микроклимата [9].

На третьей стадии происходит внутреннее распространение звуковых волн, образовавшихся от внутреннего источника излучения во внутренний объем производственного помещения.

Основным физическим объектом на третьей стадии процесса, как и на предыдущей, являются звуковые волны, характер распространения которых зависит от параметров микроклимата воздуха производственного помещения и его конфигурации [9, 10].

Четвертая стадия процесса акустического загрязнения воздушной среды заключается в процессе внешнего излучения, распространившегося во внутреннем объеме производственного помещения звука через внешний источник излучения во внешнюю воздушную среду.

На четвертой стадии акустического загрязнения добавляются такие объекты, как внешний источник излучения звуковых волн и воздух промплощадки. Внешний источник излучения звуковых волн представляет собой зону производственного помещения, непосредственно связанную с воздухом приземного слоя атмосферы и через которую происходит излучение звуковых волн во внешнюю среду.

На пятой стадии акустического загрязнения реализуется процесс внешнего распространения звуковых волн, выделившихся через внешний источник излучения, в приземном слое атмосферы.

При этом на характер распространения звуковых волн влияют такие параметры воздуха, как атмосферное давление, влажность, скорость движения воздуха и его температура. Аэродинамические свойства среды внутри производственного помещения и внешней окружающей среды, особенности рельефа местности, особенности промышленных и городских застроек – также оказывают значительное влияние на пространственное распространение шума [1, 2].

Рассмотрение объектов, участвующих на всех стадиях процесса акустического загрязнения воздушной среды, позволяет говорить о том, что основным физическим объектом, связывающим все остальные объекты, является звуковая волна. Кроме того, мы можем заключить, что процесс акустического загрязнения воздушной среды, как и любого другого физического пространства является вероятностным многостадийным процессом, в котором вероятность реализации каждой последующей стадии зависит от вероятности реализации предшествующей ей.

## Литература

1. Молев М.Д., Масленников С.А. Техногенные риски населения больших городов: моног. Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2016. 118 с.
2. Молев М.Д., Масленников С.А., Стуженко Н.И. Прогнозирование состояния техносферной безопасности. Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2015. 113 с.
3. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2013 год – М., 2013– URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2014/bul\\_dr/usltr2013.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/bul_dr/usltr2013.rar)
4. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2014 год – М., 2014 – URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2015/bul\\_dr/usltr2014.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/bul_dr/usltr2014.rar)
5. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2015 год – М., 2015 – URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/bul\\_dr/usltr2015.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/bul_dr/usltr2015.rar)
6. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2016 год – М., 2016– URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2017/bul\\_dr/usltr2016.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/bul_dr/usltr2016.rar)
7. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2017 год – М., 2017– URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2018/bul\\_dr/usltr2017.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/bul_dr/usltr2017.rar)
8. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс]: Бюллетень за 2018 год – М., 2018– URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2019/bul\\_dr/usltr2018.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/bul_dr/usltr2018.rar)
9. Беспалов В.И., Самарская Н.С., Лысова Е.П. Методические основы выполнения эколого-экономической оценки акустического воздействия на городскую среду // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3 (37). С. 130.
10. Bespalov V., Samarskaya N., Lysova E., Akay O. Providing acoustic comfort of built-up zones and rooms in urban planning // MATEC Web of Conferences 2018. C. 03010.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, г. Шахты, Россия

V. V. Baklakova

## INVESTIGATION OF PHYSICAL FEATURES OF THE PROCESS OF ACOUSTIC AIR POLLUTION

The article is devoted to the analysis of the physical essence of the process of acoustic air pollution. According to the physical-energy approach, acoustic air pollution is considered as a multi-stage probabilistic process, the implementation of which depends on the physical characteristics of the objects involved in it at each stage and the features of their interaction with each other

The Institute of service and business (branch) DSTU in Shakhty, Shakhty, Russia

УДК 621.311.22

С. В. Ищенко, Т. В. Ашихмина, П. С. Куприенко

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЗУТА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье рассматриваются разные виды топлива для использования на теплоэнергетических предприятиях. Рассмотрены их положительные и отрицательные стороны

В настоящее время у большей части теплоэнергетических предприятий основным видом топлива является природный газ. Но для случаев возникновения аварий предусмотрено и альтернативное топливо, такое как мазут. В качестве запасного топлива используется только жидкое, из-за более простого хранения и использования по сравнению с твердым топливом.

Мазут это оставшаяся часть от нефти после отделения определенных фракций. По цвету это темно-коричневый продукт, обладающий специфическими свойствами (рисунок).

Наименование показателя	Значение для марки	
	40	100
Вязкость при 50°C, не более:		
условная, градусы ВУ	-	-
или кинематическая, м <sup>2</sup> /с (сСт)	-	-
Вязкость при 80°C, не более:	8,0	16,0
условная, градусы ВУ	$59,0 \cdot 10^{-6}$ (59,0)	$118 \cdot 10^{-6}$ (118,0)
кинематическая, м <sup>2</sup> /с (сСт)	-	$50,0 \cdot 10^{-6}$ (50,0)
Вязкость при 100°C, не более:	-	6,8
условная, градусы ВУ	-	$50,0 \cdot 10^{-6}$ (50,0)
кинематическая, м <sup>2</sup> /с (сСт)	-	$50,0 \cdot 10^{-6}$ (50,0)
Массовая доля серы, %, не более, для мазута видов:	0,5-3,5	0,5-3,5
Температура вспышки, °C, не ниже: в закрытом тигле	-	-
в открытом тигле	90	110
Температура застывания, °C, не выше	10	25
для мазута из высокопарафинистых нефтей	25	42
Теплота сгорания (низшая) в пересчете на сухое топливо (небраковочная), кДж/кг, не менее:	39900-40740	39900-40530

Физико-химические показатели мазута

Большое распространение мазута в качестве топлива, объясняется более низкой ценой по сравнению с газом и легкая доступность. Но мазут обладает не только сильными сторонами.

Основной целью данной работы является обозначение главных болевых точек при применении мазута в роли альтернативного вида топлива.

#### Доставка мазута на котельную

В СНиП II-35-76 «Котельные установки» говорится об объемах хранения мазута при разных видах его доставки. Если мазут поставляется на предприятие по железной дороге, то его объем на объекте не должен превышать количество требуемое на расход в течение десяти суток. А если доставка будет осуществляться средствами автотранспорта, то в этом случае мазута должно хватать не более чем на пять суток. Если обратиться к ГОСТу 10585-75, в котором говорится о качестве мазута и правилах приема на предприятиях, то можем заметить что процентная влажность мазута, который поставляется на объект, должна находиться в отметках от 0,3 до 15.

Опираясь на тот же ГОСТ, можем заметить, что температурный диапазон топочного мазута должен быть от 10 до 42 °С. Поэтому прежде чем сливать мазут из доставленной на объект тары, он должен быть прогрет. Одним из главных способов для этого является подача острого пара по подготовленным трубкам в доставленную цистерну с мазутом. Тщательно разбирать этот процесс в этой статье мы не будем, так как он уже был изложен в других работах [1]. Хотелось бы обратить внимание, что находясь на этапе перелива мазута, ТЭЦ уже должна использовать определенное число вырабатываемых ресурсов, а именно пары, только на подогрев мазута, что является снижением КПД ТЭЦ. Параметры пара рассмотрены в пособии для изучения «Правил технической эксплуатации электрических сетей» и должны быть следующими: давление колеблется от 0,8 до 1,3 МПа, температурный режим от 200 до 250 °С [2]. Нужно учесть, что процесс слива мазута и дальнейшая чистка резервуаров оказывают негативное влияние на окружающую среду в связи с попаданием испарений в атмосферу. Так же не стоит забывать о том что температура мазута не должна быть выше температуры вспышки, которая равна 90 °С. Способы улучшения эффективности перелива мазута, рассмотрены И. А. Мутугуллиной [3].

#### Хранение мазута

Данный вид топлива находится в подготовленных резервуарах, технические характеристики которых содержатся в ГОСТ 1510-84. Выбор тары для сохранения мазута

очень большой, наиболее популярные из них рассмотрены в работе Назмеева Ю. Г, поэтому мы не будем подробно останавливаться на данном вопросе.

Во избежание налипания на поверхность стенок резервуаров мазут должен быть прогрет не менее чем на  $70^{\circ}\text{C}$ . В противном случае происходит налипание на стенки емкостей, труб, аппаратов и чем ниже температура мазута, тем толще слой налипания.

В качестве примера разберем применение мазута на Березниковской ТЭЦ-4 (город Березники, Пермский край) на которой используется несколько контуров для циркуляции мазутного топлива. Первый контур отвечает за подачу мазута из резервуаров на подогреватели, на них происходит его подогрев паром. Затем мазутное топливо передается обратно в цистерну. Через другой контур подогретое топливо поступает к котлу и возвращается в резервуар. Так как второй контур находится в непосредственной близости от котла, поэтому именно он используется для передачи топлива на горелки если возникает необходимость использовать резервное топливо. Для исключения застывания мазута, во время использования только основного вида топлива, во втором контуре должна происходить постоянная его циркуляция. Это позволит максимально сократить время перехода на резервный вид топлива. Большую часть времени мазут сохраняется в холодном виде. Его подогрев циркуляционным способом применяется лишь в отопительный сезон. На данном примере очевидно, что применение мазута в роли альтернативного топлива влечет за собой дополнительные затраты, а именно:

- отборы пара на подогрев мазута;
- затраты электроэнергии на работу достаточно мощных циркуляционных насосов.

Хотелось бы отметить, что работы, направленные на поиски различных методов снижения вязкости горючего, позволивших бы снизить затраты на процесс подогрева не прекращаются и сегодня. Ведутся исследования по применению воздействий электростатического поля на жидкость [4], однако в практическом применении данный метод пока не был.

Обводнение мазута это одна из главных сложностей при сохранении и применении данного топлива. Происходит это так как в мазуте находится влага, которая попадает при добыче, перевозке, хранении, подогревании, а так же, в большей части, при переливе данного топлива из цистерн при поставке на станцию. В связи с тем, что это очень известная проблема, то уже сейчас есть некоторые способы для ее решения.

Использование водонефтяной эмульсии (мазут в котором 10-30 % воды) позволяет сжигать обводненное жидкое топливо, уменьшает степень вредных выбросов, увеличивает степень сгорания и устраняет образование нагара. Использование этого метода увеличивает затраты тепла на разогрев топлива, что повлечет рост теплоемкости [5]. Приготовление водонефтяной эмульсии разобрано в патенте [6].

Способ удаления водяной части, находящейся в мазуте, с помощью выпаривания с помощью больших температур ( $170^{\circ}\text{C}$ ) рассмотрен в работе «Термическое обезвоживание мазута» [7].

Способность мазута расслаиваться во время длительного хранения нашла свое применение при предоставлении услуг по чистке обводненного мазута. Так как верхние слои застоявшегося топлива могут содержать в себе до 10 % воды, а нижние - около 30-50 %, то при нагревании и выдерживании горючего с дальнейшим охлаждением вода попадает на дно бака, где она доступна к сливу [8].

Серьезной неприятностью при накоплении мазутного топлива является его «старение». Основным моментом при этом является улетучивание легких фракций, что повышает процент вязкости, а так же увеличивает температуру вспышки мазута. В связи с этим хранение данного топлива более трех лет может привести к тому, что он станет практически твердым и его дальнейшее применение, в том числе для утилизации, затруднительным .

## Выводы

На основании выше изложенного можно подвести итоги. Применение мазута в роли альтернативного горючего влечет дополнительные затраты, влияющие на общую эффективность производительности ТЭЦ. Вместе с тем мероприятия по чистке тары в которой хранится мазут и сжигание самого мазута является небезопасным для окружающей среды и сопровождается выделением загрязняющих веществ в атмосферу.

Таким образом, на тепловых станциях, где мазутное топливо применяется как запасное топливо, необходимо принять меры по восстановлению мазутных комплексов с целью улучшения эффективности накопления и использования данного топлива, а также минимизировать потребность его использования. Возможно, следует подумать о том, чтобы полностью отказаться от использования этого горючего и перейти на иное, к примеру, дизельное или сжиженные углеводородные газы. Но данное решение потребует отдельного изучения и подсчетов, особенно экономических, поскольку эти виды топлива дороже мазута, и окупаемость этого события будет иметь большое значение.

## Литература

1. Назмеев Ю. Г. Мазутные хозяйства ТЭС.—М.: Издательство МЭИ, 2002.— 612 с.
2. Пособие для изучения «Правил технической эксплуатации электрических сетей» (тепломеханическая часть).— М.: ЭНАС, 2014.— 416 с.
3. Мутугуллина И. А. Пути решения проблем при использовании мазута.
4. Муканов Р. В., Свинцов И.Я. Влияние электростатического поля на вязкость жидкого топлива. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2016. № 4–18. С. 48–53.
5. М. Ф. Шагеев, Э.М. Хайриева, Р.Ф. Хуснутдинов. Хранение обводненного мазута в резервуаре. // Современные научно-исследовательские технологии. 2010. № 8. С. 93–94.
6. Булгаков Б. Б., Булгаков А. Б. Способ подготовки и хранения жидкого топлива.
7. Клыков М. В., Алушкина Т. В., Абросимова М. О. Термическое обезвоживание мазута. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. № 2. С. 266–280.
8. Хранение обводненного мазута. [Электронный ресурс] <http://xn--80acdifisrobafc6co2l.xn--plai/mazut-dlitelnogo-khraneniya>

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

S. V. Ischenko, T. V. Ashikhmina, P. S. Kuprienko

## TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF USING MASSUTE AS AN ALTERNATIVE FUEL AT HEAT-POWER ENTERPRISES

The article discusses different types of fuel for use in thermal power enterprises. Their positive and negative sides are considered

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ НА ГАЗОНЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ НА РАССЕИВАНИЕ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В статье рассмотрено влияние массы выброса вредных веществ, образующихся при горении газового и газонефтяного фонтана природного месторождения на распределение продуктов горения в окружающей среде

### *Введение*

Техногенные аварии на скважинах газовых и газонефтяных месторождений представляют собой открытые пожары, в которых происходит неуправляемый выброс пластовых флюидов. Газ, содержащийся в пласте газонефтяного месторождения, находится под давлением порядка 100-200 атм и скорость его истечения составляет около  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ . Аварийное истечение фонтанирующего газа может продолжаться в течении нескольких суток до воспламенения. В результате вблизи скважины образуется зона загазованности протяженностью несколько километров и зона растекания нефти радиусом до нескольких сотен метров [1]. Действительная температура горения открытого фонтана приблизительно составляет 1600 К. Значит, аварии наносят экономический и экологический ущерб [2].

Для расчетов применяется предельно-допустимая максимальная разовая концентрация ( $\text{ПДК}_{\text{mp}}$ ), поскольку она устанавливается для атмосферного воздуха населенного пункта.  $\text{ПДК}_{\text{mp}} (\text{мг}/\text{м}^3)$  в результате выброса при аварии на газовом или газонефтяном месторождении, следующая:  $\text{CO}_2 - 5,0$ ;  $\text{CO} - 0,15$ ;  $\text{NO}_2 - 0,085$ ;  $\text{NO} - 0,4$ ;  $\text{SO}_2 - 0,5$ ;  $\text{H}_2\text{S} - 0,008$ ;  $\text{CS}_2 - 0,03$ ;  $\text{CH}_3\text{SH} - 0,0001$ ;  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$  (бензпирен) – 0,00015.

Методика исследования влияния параметров выброса вредных веществ на распределение в атмосферном воздухе

В основе расчета лежит методика определения концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, предложенная Госкомгидрометом. Методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций на расстояниях, не превышающих 100 км. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

Также методика позволяет учесть большое количество факторов, среди которых, параметры поступления газов в атмосферу (высота источника выброса вредного вещества, размер источника, масса выброса, температура поступающего в атмосферу вредного вещества), а также влияние других параметров (условия рассеивания загрязняющих веществ в географическом районе, температуры окружающего воздуха, рельефа местности). В итоге, методика позволяет сделать выводы о влиянии изучаемых факторов на организм человека и экологическое состояние окружающей среды.

В данной статье представлены результаты применения методики расчета вредных выбросов в атмосферу применительно к выбросу от факела пламени газового или газонефтяного фонтана.

Объектом исследования являлся одиночный точечный источник – факел пламени газового или газонефтяного фонтана открытого пожара образующийся в результате техногенной аварии.

Для анализа рассеивания вредных веществ предусмотрено изменение следующих параметров:

- 1)  $H$  (м) – высота факела пламени;
- 2)  $D$  (м) – диаметр устья трубы;
- 3)  $w_0$  (м/с) – скорость выхода газо-воздушной смеси;

- 4)  $T_e$  ( $^0\text{C}$ ) – температура газо-воздушной смеси;
- 5)  $T_a$  ( $^0\text{C}$ ) – температура окружающего атмосферного воздуха;
- 6)  $M$  (г/с) – масса выброса;
- 7)  $A$  – коэффициент стратификации атмосферы;
- 8)  $\eta$  – коэффициент рельефа местности;
- 9)  $F$  – коэффициент оседания аэрозолей;
- 10)  $ПДК_{mp}$  (мг/м<sup>3</sup>).

Авторами работы видится целесообразным сузить число параметров, влияющих на рассеивание вредных веществ в атмосферу и найти наиболее значимые среди них. Можно не анализировать те параметры, которые слабо влияют на рассеивание или являются нормированными. Среди них можно выделить следующие: температура горения предельных углеводородов, которая составляет  $1300\text{--}1350\ ^0\text{C}$ ; температура окружающего атмосферного воздуха, т.к. слабо влияет на разность температур:  $\Delta T = T_e - T_a$ ; диаметр устья трубы составляет от 200 до 250 мм; коэффициент оседания аэрозолей необходимо принять равным 3, в связи с отсутствием очистки вредного выброса; коэффициент стратификации атмосферы примем равным 200; коэффициент рельефа местности примем равным 1. Не учитывается изменение высоты факела пламени, т.к. на реальных пожарах ламинарный режим горения практически не встречается. Туруализация пламени приводит к замедлению роста высоты факела пламени [1] с увеличением расхода газа, что отражается в известной эмпирической формуле. Дебит газового фонтана составляет ( $Deb$ , млн. м<sup>3</sup>/сутки):

$$Deb = 0,0025 \cdot I^2 \quad (1)$$

Зависимость высоты факела пламени при выбранном диаметре устья (250 мм) от дебита (или секундного расхода газа) представлена в таблице.

Зависимость высоты факела пламени газового фонтана от его дебита

$Deb$ , млн. м <sup>3</sup> /сутки	$V_g$ , м <sup>3</sup> /с	$w_0$ , м/с	H, м
0,5	6	118	14
1–2	12–20	236–472	20–28
3–4	35–45	707–943	35–40
5–6	58–69	1179–1415	45–49
7–8	81–93	1651–1886	53–57
9–10	104–116	2122–2358	60–63
12–15	139–174	2830–3537	69–77

Из предложенных параметров модели в таблице 1 в наибольшей степени изменяется параметр  $w_0$ , м/с – эффективная скорость истечения газовой струи:

$$w_0 = 4V_g / (\pi D^2), \quad (2)$$

где  $V_g$ , м<sup>3</sup>/с – секундный расход газа.

Эффективная скорость истечения газовой струи связана с массой выброса вредного вещества по формуле (3):

$$M = \rho_{\tilde{\Lambda}} \cdot V_{\tilde{\Lambda}} \cdot N_{\tilde{\Lambda}}, \quad (3)$$

где  $\rho_g$  – плотность газа при заданной температуре;  $N$  – мольная доля газа.

Таким образом, для анализа выброса будем использовать параметр – массу выброса.

#### Результаты расчетов

В расчете используется приведенная концентрация вредного вещества. В результате получены следующие параметры рассеивания вредного вещества в окружающую среду в зависимости от массы выброса:

– область рассеивания вредного вещества  $x'_i - x''_i$ , м;

- расстояние с максимальным значением вредного вещества  $x_m$ , м;
- максимальная концентрация выброса  $C_m$ , мг/м<sup>3</sup>;
- приведенная максимальная концентрация выброса  $C_m / ПДК_{mp}$ , в долях.

Анализ расчетов показал: для масс выбросов  $M_1=80$ ;  $M_2=160$  г/с концентрации не превышают  $ПДК_{mp}$  на любом расстоянии от источника выброса. Для массы выброса, превышающих 160 г/с, установили границы зоны рассеивания продуктов горения.

Масса выброса  $M_3=320$  г/с – превышение  $ПДК_{mp}$  на расстоянии, равном 300-2800 м;  $M_4=640$  г/с – превышение  $ПДК_{mp}$  на расстоянии 210-4500 м; для массы выброса  $M_5=1280$  г/с – превышение  $ПДК_{mp}$  на расстоянии от 170 и до более чем 5000 м.

Кроме того, установлено, что масса выброса не влияет на положение максимума  $x_m$ , равное 980 м.

В итоге, установлена прямопропорциональная зависимость между увеличением массы выброса и изменением концентрации выброса вредного вещества, при котором в окружающей среде достигается максимальное значение ПДК по расстоянию  $x$  от источника выброса.

#### Литература

1. Расчет основных характеристик техногенной аварии, сопровождающейся горением газовых и газонефтяных фонтанов [Тест] : учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физико-химические основы пожароопасных процессов в техносфере». Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина, Н. Ю. Добрынина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 41 с.

2. Гайнуллина, Е. В. Пожароопасные процессы в техносфере [Текст] : учебное пособие. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров, Н. Ю. Добрынина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 123 с.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

N. Yu. Dobrynina, T. V. Yakubova

#### THE EFFECT OF HARMFUL SUBSTANCES EMISSION PARAMETERS AT THE GAS-OIL FIELD ON THE DISPERSAL OF COMBUSTION PRODUCTS IN THE ENVIRONMENT

The article considers the impact of the mass of harmful substances emissions, formed by the burning of the gas and gas-oil gusher of the natural field on the distribution of combustion products in the environment

Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА АГРОЛАНДШАФТОВ

В статье рассмотрен мониторинг экологического состояния агроландшафтов и их динамика с помощью данных дистанционного зондирования. Отражены возможности геоинформационного обеспечения организации и мониторинга агроландшафтов с помощью векторизатора (на примере программы Easy Trace) и использования растровых файлов (на примере ГИС компании ESRI). При оценке состояния рельефа территории объекта исследования был сделан следующий вывод. Значительные по размерам площади, подвергшиеся эрозии почвы, напрямую зависят от первоначального наличия разветвленной овражно-балочной сети. При этом для восстановления разрушенных компонентов агроландшафта и минимизации неблагоприятных антропогенных факторов требуется вложение значительных средств, что не обеспечивается получением соразмерного прироста сельскохозяйственной продукции. Отмечается, что использование атрибутивных данных (почвенные разности, структура посевных площадей, рельеф, происходящие эрозионные процессы и т.д.) при построении геоинформационной модели позволяют эффективно обрабатывать сведения о состоянии земель сельскохозяйственного назначения с дальнейшей возможностью интеграции этих сведений в различные информационные системы

Одним из наиболее современных способов организации мониторинга агроландшафтов является использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) с дальнейшей их обработкой в геоинформационных системах. На данный момент этот подход способствует обеспечению получения наиболее точных сведений о состоянии окружающей среды.

Вместе с этим, переход агропромышленного комплекса на принципы адаптивно-ландшафтного земледелия предполагает использование обширных баз данных с геоинформационной и тематической привязками. Подобными базами данных располагают различные организации, выполняющие научно-исследовательские и проектные работы в области землеустройства. Вместе с тем, большой объем требуемой информации содержится только на бумажных носителях (особенно это актуально для таких архивных данных как данные топографической съемки, почвенные карты, генерализованные карты и др.) [8]. Обработка и использование в работе таких сведений приводит к значительным затратам производственных и временных ресурсов, а также частичной потере информации или увеличению погрешности, что снижает точность полученных результатов.

Оптимизация процесса получения и обработки информации способствует автоматизация производственного процесса. Значительная роль при осуществлении мониторинга, анализе, прогнозировании и накоплении данных отводится географическим информационным системам (ГИС), позволяющим существенно повысить уровень исследований и обрабатывать очень большие объемы получаемой и хранящейся информации. Однако подобные технологии при землеустройстве и формировании экологоландшафтных систем земледелия не используются повсеместно, а значит, требуют разработки новых подходов для их использования. Частично это связано с их высокой стоимостью и необходимостью наличия высококвалифицированного персонала.

На примере данной статьи покажем некоторые возможности геоинформационного обеспечения организации и мониторинга агроландшафтов. В данной работе для этого были использованы геоинформационные программные продукты компании ESRI, которые обладают большими возможностями для управления объемов растровых данных, хранения пространственных данных в СУБД и интеграции с другими информационными системами. Графические модели были разработаны с применением пространственной геоинформационной среды Arcgis 10.3., тематическая и атрибутивная информация обрабатывалась в Arccatalog 10.3.

В программном продукте MGIS (GEOM) авторами проводился анализ и перевод в картографическую форму количественной информации (на основе xml-разметки геодезической и другой информации с пространственной привязкой).

Также использовались растровые и векторные данные, в том числе и архивные спутниковые снимки, с открытого ресурса GoogleEarth, автоматизированные базы данных федерального органа государственной статистики и публичная кадастровая карта.

Район нашего исследования был ограничен муниципальными районами Воронежской области. Объектом исследования и мониторинга явились агроландшафты и состояние их компонентов, таких как рельеф, почвенный покров, растительный покров, наличие биоразнообразия и продуктивность угодий. Общая площадь исследуемой территории составила 5,2 млн га, из них на долю земель сельскохозяйственного назначения приходится более 4,1 млн га. На долю пашни приходится 2,8 млн га, что составляет более 69 %. Сенокосы и пастища занимают 0,2 млн га и 0,7 млн га, что соответствует 3,6 % и 16,2 %. Таким образом, на долю дестабилизирующих угодий приходится большая часть территории, в связи с чем большинство агроландшафтов Воронежской области находится в состоянии разрушающихся и неустойчивых.

При оценке состояния рельефа территории объекта исследования был сделан следующий вывод. Значительные по размерам площади, подвергшиеся эрозии почвы, напрямую зависят от первоначального наличия разветвленной овражно-балочной сети. При этом для восстановления разрушенных компонентов агроландшафта и минимизации неблагоприятных антропогенных факторов требуется вложение значительных средств, что не обеспечивается получением соразмерного прироста сельскохозяйственной продукции.

Также по данным дистанционного зондирования можно выделить агроландшафты, в которых имеются недостатки проектирования, такие как нерациональное расположение полезащитных и стокорегулирующих лесных полос либо их расположение с нарушением нормативов удаленности, обработка вдоль склонов, отсутствие необходимых противоэрозионных гидротехнических объектов. Устранение имеющихся недостатков положительным образом скажется на экологическом состоянии земельных угодий.

При изучении геоинформационного обеспечения мониторинга агроландшафтов было произведено создание географической (электронные карты) и атрибутивной информации по ландшафтам и агроландшафтам региона.

Были сформированы следующие карты: почвенная карта, карты структуры посевных площадей, карты внутрихозяйственного устройства территории с показом дифференциации севаоборотов с учетом природно-климатических характеристик территории.

Покажем фрагмент сформированных почвенных карт для сельскохозяйственных предприятий Воронежской области на рис. 1 и 2. Почвенные карты для территории Воронежской области составлялись при проведении почвенно-геоботанических обследований ЦЧО НИИ Гипрозем в 1991-1996 гг. Более современных данных для рассматриваемой территории не имеется. При этом архивные карты составлялись на бумажных носителях, что представляет невозможность их дальнейшего использования в таком виде для осуществления землеустройства территории сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим была проведена векторизация имеющихся бумажных носителей с помощью программы Easy Trace. Для этого карты сканировались при разрешении не менее 400 dpi.

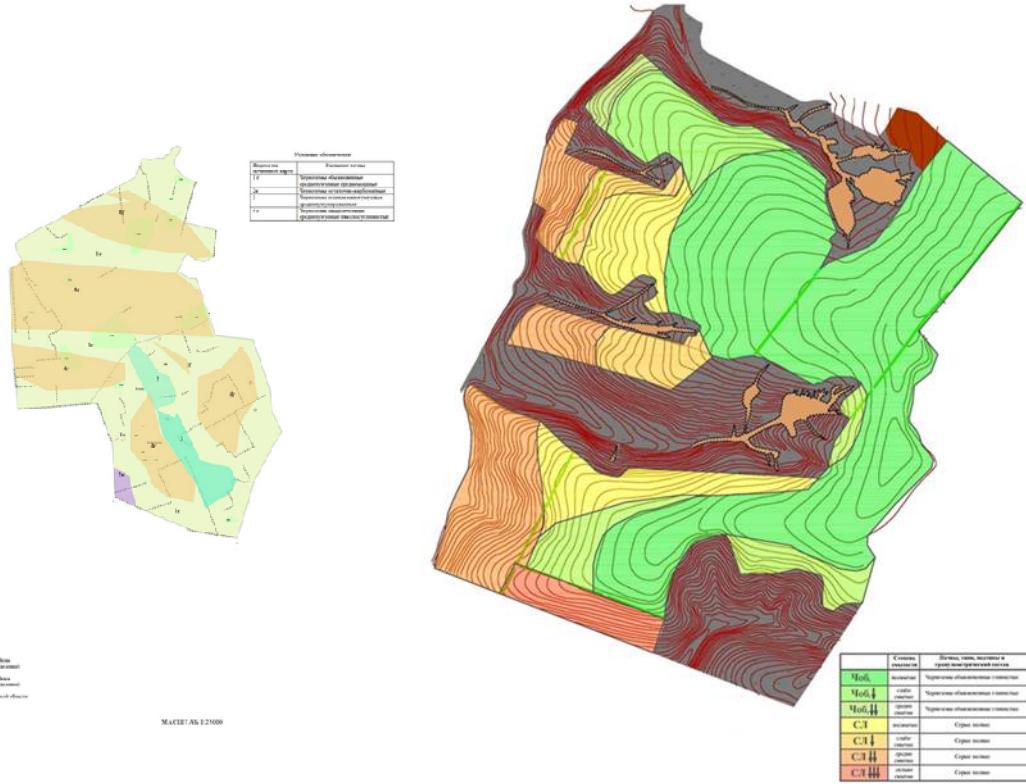


Рис. 1. Почвенная карта ООО «Свобода» Россосанского района Воронежской области.

Рис. 2. Почвенная карта СХПК «Путь Ильича» Каменского района Воронежской области.

Почвенный покров Воронежской области в большей степени представлен черноземами, которые являются наиболее плодородными почвами. Вместе с тем, мониторинг наблюдений за различными деградационными процессами на территории земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области показывает, что почвенный покров постоянно ощущает на себе влияние антропогенной деятельности человека, которая проявляется дальнейшим разрушением почвы.

Развитие эрозии приводит к формированию эрозионно-опасных земель- участков, на которых происходит смыв (водная эрозия) и выдувание (дефляция) верхних горизонтов почв. Плоскостная (поверхностная) и линейная эрозия наносят огромный ущерб сельскому хозяйству.

В связи с этим вопросы, которые касаются состояния плодородия почв, их мониторинга являются крайне важными. В настоящее время оценка риска возникновения почвенной эрозии и степень ее проявления может быть смоделирована при помощи информационных систем.

В данной работе авторами также исследовались участки земель, на которых по снимкам со спутников Landsat в программе Google Earth можно выявить наличие проявлений водной эрозии на пахотных землях.

На степень и скорость протекания процессов деградации влияют такие факторы как частота и количество выпадающих осадков, их характер (талые или ливневые воды), роза ветров, растительный покров и его геоботанический состав, рельеф поверхности (длина и крутизна склонов, их экспозиция), свойства почвенного покрова (грансостав, структура почвенных агрегатов, подопоглотительная способность, толщина горизонтов почв и т.д.).

Все происходящие эрозионные процессы можно разделить на поверхностные и плоскостные. Динамика их развития может быть очень интенсивной. При этом по данным дистанционного зондирования при мониторинге агроландшафтов проявление поверхностной

плоскостной эрозии хорошо заметно даже на ранних стадиях развития, поскольку потенциально эрозионно-опасные земли чаще всего располагаются при наличии разветвленной овражно-балочной сети и имеют более светлый фототон [1].

Кроме того, для южных и юго-западных районов Воронежской области (Калачеевский, Кантимировский, Бутурлиновский) характерны карбонатные почвы. При эрозии таких почв на поверхность выходят меловые горизонты, что исключает их дальнейшее использование в сельском хозяйстве без ущерба для сохранения плодородия почв. На космоснимках такая эрозия проявляется в виде очагов белых пятен. При сравнении снимков разных лет можно исследовать динамику изменения их размеров. Что отражено на рис. 3 и 4.



Рис. 3. Овражно-балочная сеть в Калачеевской районе Воронежской области, космоснимок 2014 года



Рис. 4. Овражно-балочная сеть в Калачеевской районе Воронежской области, космоснимок 2019 года

При сравнении двух снимков видно, что произошел рост водоподводящих ложбин оврагов, увеличение площади оврагов, а также формирование новых оврагов из ложбин (отмечены красной областью на рис. 4).

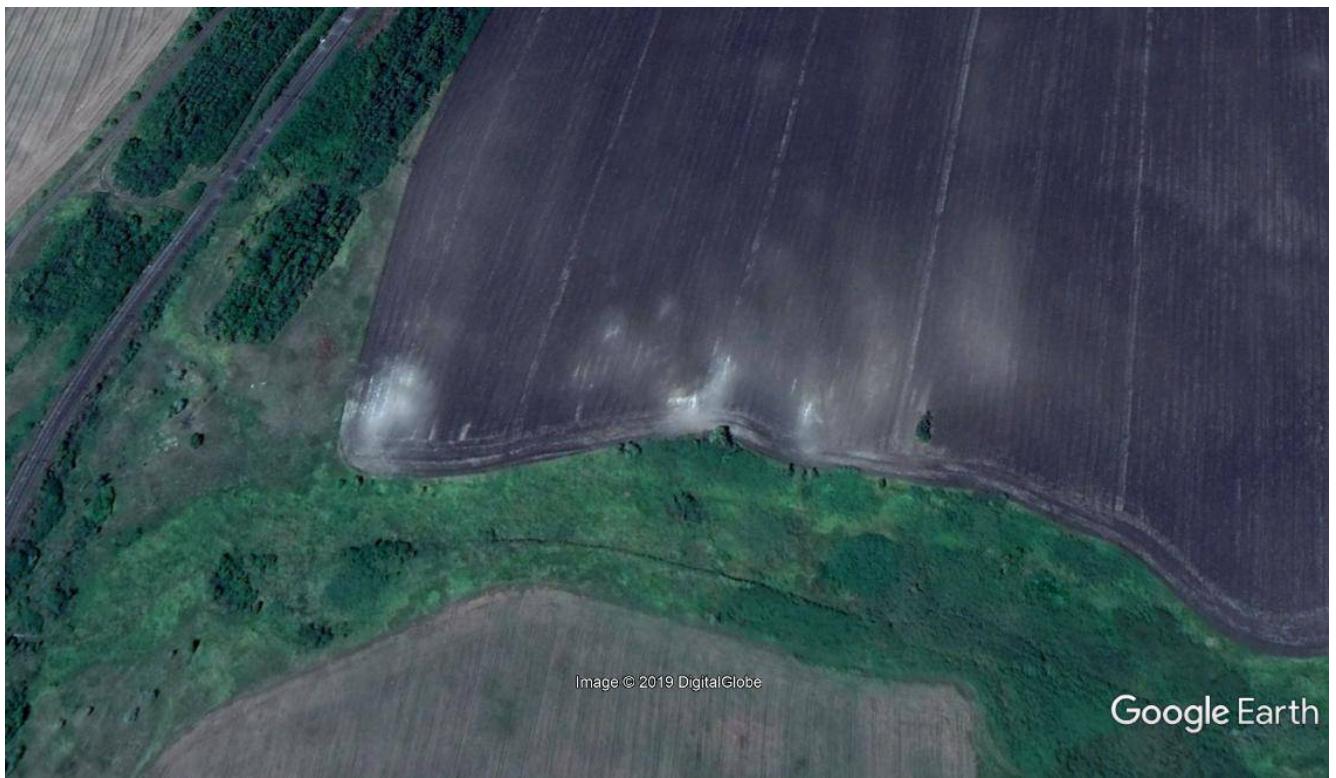


Рис. 5. Выход карбонатов на пахотных территориях, Кантемировский район, космоснимок 2019 г.

Изучение полученных сведений, таких как почвенно-климатические характеристики, рельеф, происходящие эрозионные процессы, экономико-производственная ориентация сельскохозяйственного предприятия позволяют с помощью геоинформационных систем выполнять проектирование устройства территории пахотных земель с целью повышения продуктивности аграрного производства. Это означает разумный подход и дифференциацию севооборотов. Малопродуктивные угодья рекомендуется переводить в другие виды угодий, например. Низко продуктивные пастбища целесообразнее отводить под самооблесение. Также необходимо поступать с территорией, занятой овражно-балочной сетью. Пашня с уклоном до  $1,5^\circ$  может использоваться в полевом севообороте с пропашными культурами, пашня с уклоном до  $3^\circ$  рекомендуется к использованию в полевом севообороте без использования пропашных культур, пашня с уклоном от  $3^\circ$  до  $5^\circ$  может быть использована в почвозащитном севообороте, насыщенном многолетними травами, пашню с уклоном до  $7^\circ$  возможно использовать под УПЗ, а свыше  $7^\circ$  не рекомендуется трансформация в другие виды угодий.

С помощью геоинформационной системы ArcGis можно выполнять проектирование устойчивых агроландшафтов. На рис. 7 представлен фрагмент проекта устройства территории пахотных земель в ООО «Свобода» Россоншанского района Воронежской области.

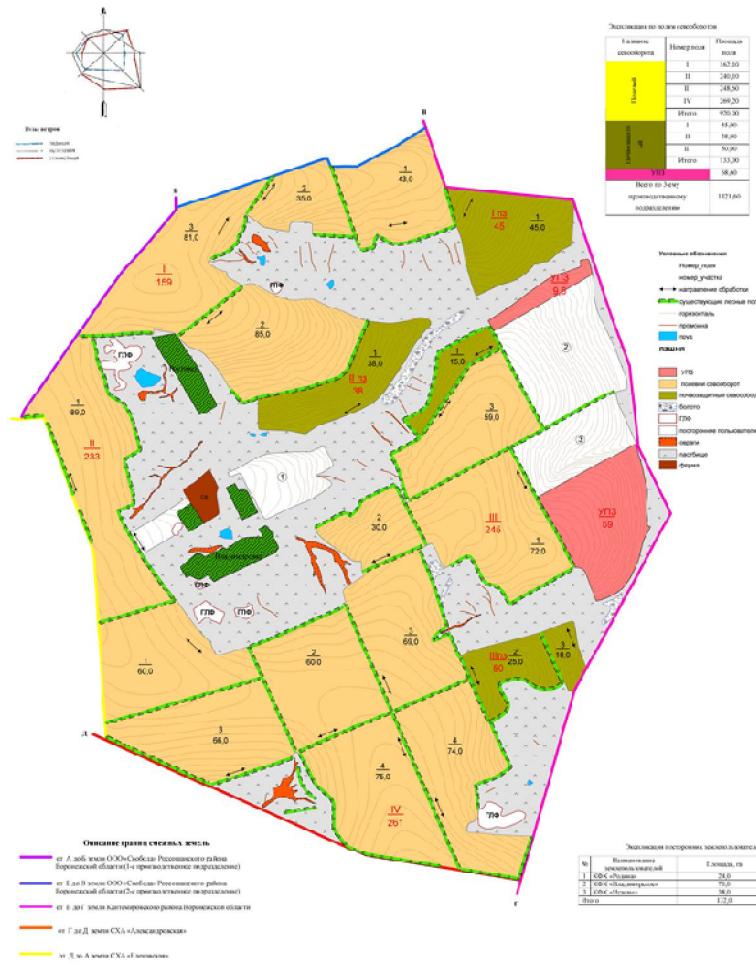


Рис. 7. Фрагмент проекта устройства территории пахотных земель в ООО «Свобода» Ростовского района Воронежской области

С помощью использования информации в данной ГИС были определены площадные объекты на основе атрибутивной таблицы, протяженность линейных объектов, задана их постоянная либо дискретная ширина и т.п. На рис. 8 представлен фрагмент таблицы атрибутов для площадей различных типов севооборотов.

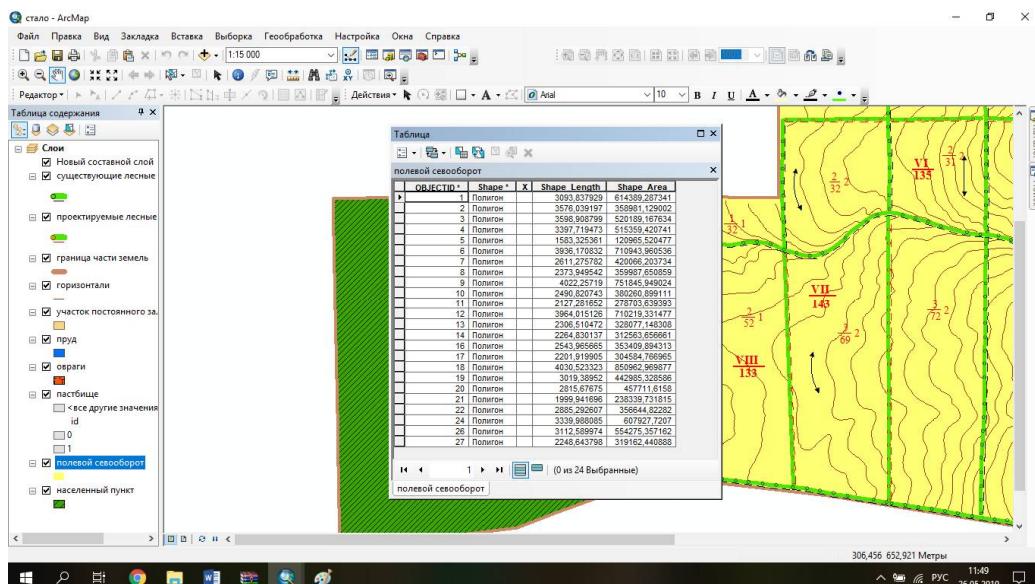


Рис. 8. Таблица атрибутивной информации площади полей севооборотов выполненных с помощью геоинформационной системы ArcGis

Таким образом, использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) с целью мониторинга и исследования территории позволяет оперировать с информацией о состоянии земель сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных культур, а геоинформационные системы обладают широкими возможностями представлять имеющиеся в виде цифровой карты исследуемой территории.

Геоинформационные системы позволяют корректно использовать полученную информацию и оперативно ее обновлять, а также осуществлять динамику изменений состояния полученных данных. При этом имеется возможность проектирования устойчивых агроландшафтов для сохранения продуктивности сельскохозяйственных угодий. Геоинформационные технологии, используемые при проектировании эколого-ландшафтных систем земледелия, способствуют автоматизации и сокращению трудоемкости обработки картографических данных, позволяют эффективно решать задачи устранения и минимизации последствий влияния эрозионных процессов и предоставляют широкий спектр возможностей для интеграции различных задач мониторинга и охраны окружающей среды.

#### Литература

1. Волков С. Н. Землеустройство в условиях земельной реформы: экономика. экология, право/С. Н. Волков. – М.: Былина, 1998. – 526 с.
2. Докучаев В. В. Избранные сочинения. -Т. 1. Русский чернозем.-М.: 1948. - 435 с.
3. Каталог проектов агроландшафтов и земледелие (сохранение плодородия почв, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата): научно-практическое пособие) / Колл. авторов; под ред. проф. М. И. Лопырева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 183 с.
4. Краснянская Е. В. Эколого-ландшафтное устройство территории сельскохозяйственных организаций Воронежской области [Текст]\*: автореф. дис. ... канд. э. наук наук: 08.00.05/ Е. В. Краснянская. – Москва, 2011. 23 с.
5. Линкина А. В. Особенности соотношения земельных угодий с равнинным типом местности (опыт Воронежского НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева) / А. В. Линкина // Современные аспекты инновационного развития отраслей АПК : сборник статей: в 2-х т. / Международная научно-практическая конференция (17 июня 2015 г., т.2).–Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2015 – 466 с. – с. 48-51
6. Масютенко Н. П. Система показателей оценки экологической емкости агроландшафтов для формирования экологически устойчивых агроландшафтов / Н. П. Масютенко, Н. А. Чуян, Г. И. Бахирев и [др.] . – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – 42 с.
7. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
8. Савинова С. В. Мониторинг агроландшафтов Центральной части Ставропольской возвышенности с использованием геоинформационных технологий:дис. ... канд. геогр. наук. Гос. ун-т по землеустройству, Москва, 2009.
9. Центральная база статистических данных Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области. [Электронный ресурс] режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/#> дата обращения 27.02.2020 г.

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

A. V. Linkina

#### GEOINFORMATION SUPPORT OF ORGANIZATION AND MONITORING AGROLANDSCAPES

The article discusses the monitoring of the ecological state of agrolandscapes and their dynamics using remote sensing data. The possibilities of geoinformation support of organization and monitoring of agrolandscapes with the help of a vectorizer (using the Easy Trace program as an example) and using raster files (using the ESRI GIS as an example) are reflected. When assessing the state of relief of the territory of the object of study, the following conclusion was made. Significant areas affected by soil erosion directly depend on the initial presence of an extensive ravine-gully network. Moreover, to restore the destroyed components of the agrolandscape and minimize adverse anthropogenic factors, significant funds are required that do not allow a commensurate increase in agricultural production. It is noted that the use of attributive data (data structure, crop area structure, topography, ongoing erosion processes, etc.). When constructing geoinformation models, it is possible to efficiently process information about the state of the land

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, Russia

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Статья посвящена исследованию процесса выделения и воздействия на человека загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта в условиях городской среды. Авторами предложена адаптированная методика исследования количества выбросов на определенном участке автотранспортного полотна. Проведенные исследования могут стать основой для выполнения аналитического подбора защитных средств на исследуемом участке

Интенсивное развитие общества во всех отраслях влечет за собой увеличение технической оснащенности, как производственных процессов, так и повседневной жизни человека. Следствием такого развития является резкое увеличение количества автомобилей. Согласно данным статистики [2], по состоянию на 1 января 2019 года количество автомобильной техники на территории Российской Федерации составил 51,8 млн. единиц. Большую часть автотранспорта составляют легковые автомобили, находящиеся в личном пользовании граждан. Такая тенденция привела к тому, что автомобиль стал основным источником загрязнения атмосферного воздуха в больших городах, значительно опередив промышленное производство.

Источники токсичных веществ, выделяемых автомобильным транспортом можно разделить на три категории: топливные испарения, картерные испарения и отработавшие газы. При проведении данного исследования мы рассматривали отработавшие газы, так как они являются наиболее опасными

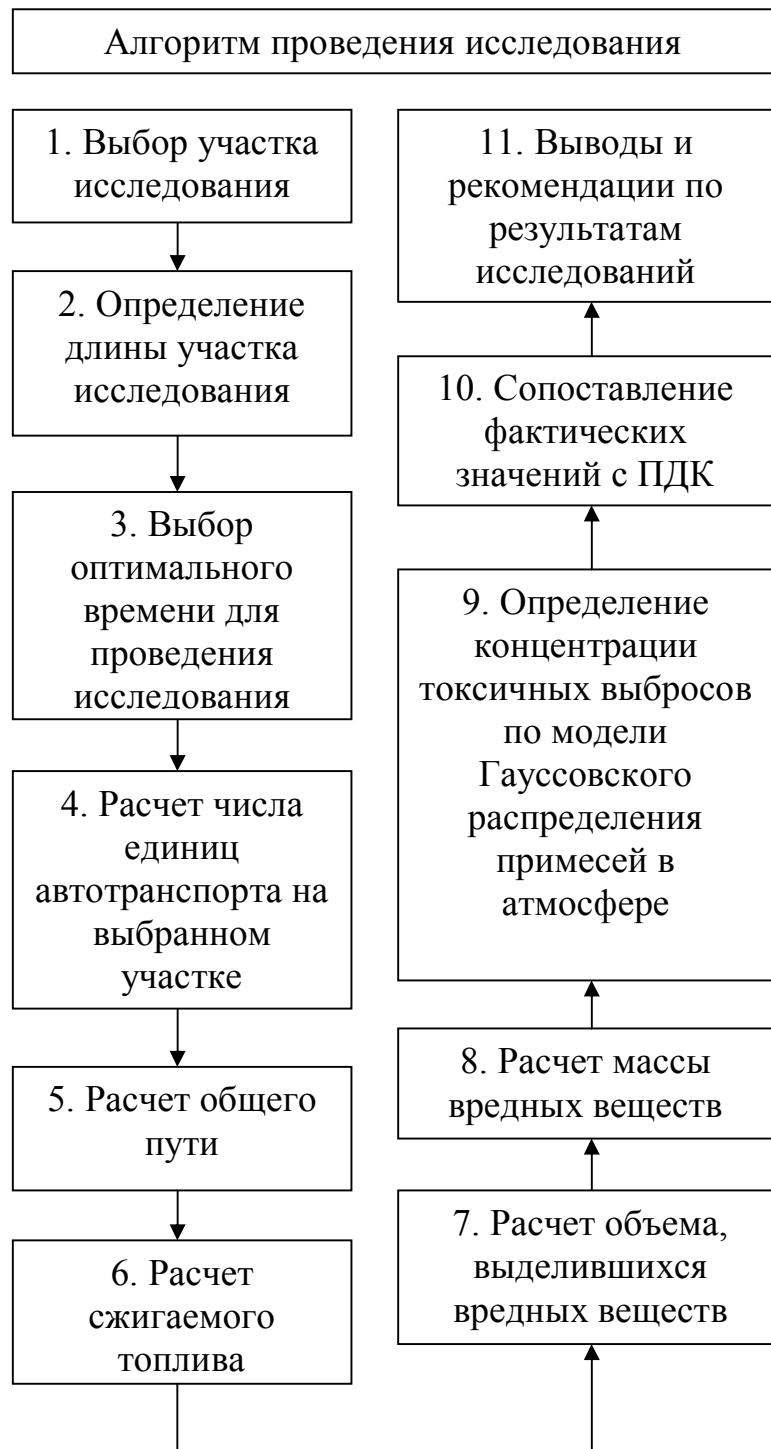
Согласно данным научных исследований именно отработавшие газы в своем составе имеют около двухсот компонентов. Среди ряда загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух вследствие работы автотранспорта, можно выделить основные загрязнители, такие как, например окислы азота, органические соединения альдегидов, аморфных углеродов, диоксид серы, углеводороды, окислы углерода. Согласно результатам медицинских исследований наибольшее влияние на организм человека оказывают оксид углерода (угарный газ) и углеводороды. При попадании угарного газа в кровь количество кислорода в ней значительно понижается, что в свою очередь приводит к развитию тахикардии – увеличению количества сердечных сокращений в минуту. Так же негативным воздействием угарного газа является способность нарушению нервной регуляции, что проявляется дисфункцией органов чувств: нарушение слуха, нарушение зрительной функции. Угарный газ оказывает пагубное воздействие на организм человека, главным образом нарушая работу дыхательной системы.

При проникновении диоксида азота он может вызывать как кратковременное поражение организма (проявляется временной спутанностью сознания, угнетением дыхания), так и оказывать длительное воздействие. Так, через некоторое время вещество проникает в жировую ткань и растворяется, что приводит к интоксикации и поражению ЦНС. В результате нарушается работа функциональных систем организма.

Систематическая интоксикация бензолом оказывает канцерогенное и мутагенное действие, отрицательно влияет на эмбрион и на репродуктивную функцию. К дополнительным негативным эффектам бензола относят наркотический, судорожный, возникновение дисбаланса витамина В.

В рамках данной работы с целью исследования загрязняющего аэрозоля, попадающего в приземный слой атмосферы в результате работы автотранспорта была использована методика доктора биологических наук, профессора Губаревой Л. И. [3], которая предполагает исследование качества атмосферного воздуха на определенном,

заранее выбранном участке. Проанализировав данный метод проведения исследований, мы дополнили его необходимыми на наш взгляд компонентами. Мы предлагаем на первоначальном этапе определять наиболее подходящее время для проведения наблюдений, путем определения времени наибольшей загруженности автотранспортного полотна. А также выполнять расчет концентрация вредных выбросов по модели Гауссовского распределения примесей в атмосфере на низких высотах на завершающем этапе исследования. Полный алгоритм исследования, предложенный авторами, содержит одиннадцать этапов и представлен на рисунке.



Алгоритм исследований (составлено авторами)

Для проведения исследования был выбран участок проспекта Алексеева в городе Шахты Ростовской области, ограниченный улицами Шевченко и Садовая. Выбор участка обоснован расположением в этом промежутке городской больницы и легкоатлетического манежа. Длина выбранного для исследования участка составляет 800 метров.

На следующем этапе исследования был произведен выбор рационального времени для проведения расчетов. На протяжении недели течение каждого часа в период с 8-00 до 19-00 часов велись наблюдения автотранспортного потока на выбранном участке. Результатом наблюдений стал вывод о том, что наиболее высокий транспортный поток был зафиксирован с 8-00 до 9-00 утра в будние дни. Во вторник был зафиксирован наиболее высокий транспортный поток, взятый за основу расчета.

Следующим этапом стал подсчет числа транспортных средств, проезжающих на выбранном участке дороги. Ниже представлена учетная таблица с информацией о количестве проезжающих машин в интервале времени 20 минут и 1 час. Также представлен расчет общего пути.

Таблица 1

Учетная таблица

Тип транспортного средства	Количество за 20 минут, шт	Количество за 1 час ( $N_i$ ), шт	Путь (L), км
Легковой	430	1261	1009
Грузовой	23	75	60
Автобусы	34	97	98

Далее мы производили расчет сжигаемого топлива зависящий от типа автомобиля, для удобства результаты данного и всех последующих расчетов мы сводили в таблицу.

Таблица 2

Расход топлива

Тип транспортного средства	$N_i$ , шт	$Q_i$ , л
Легковой	1261	97
Грузовой	75	15
Автобусы	97	26,5
	$\sum Q$	138,5

Затем мы рассчитывали объем, выделившихся вредных веществ по каждому виду загрязняющего вещества.

Таблица 3

Объем выбросов

Вид топлива	$\sum Q$ , л	Количество вредных веществ, л		
		CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	NO <sub>2</sub>
Бензин	138,5	83	14	5,5

Также была рассчитана масса выделившихся вредных веществ на выбранном участке за расчетный промежуток времени.

Таблица 4

Масса выбросов

Вид топлива	Количество вредных веществ, г		
	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	NO <sub>2</sub>
Бензин	103,8	48,8	11,3

Однако, для достижения поставленной цели выполненных расчетов недостаточно и необходимо определить концентрацию выделившихся вредных веществ в приземном слое

атмосферного воздуха. Расчет производился по модели Гауссовского распределения примесей в атмосфере на небольших высотах, которая имеет следующий вид:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi}su} + F,$$

где  $q$  – интенсивность выброса загрязняющего вещества автотранспортными средствами,  $\text{г}/\text{м}^*\text{с}$ ;  $s$  – стандартное отклонение Гауссовского распределения в вертикальном направлении, м., зависящее от расстояния объекта защиты до дорожного полотна;  $u$  – скорость ветра, учитываемая при угле к дороге  $j$  не менее  $30^\circ$  (и умноженная на  $(\sin j)$ );  $F$  – существующий фон от токсичных выбросов на местности без учета токсичных веществ, образующихся от проезда автомобилей/ $\text{м}^3$ .

Интенсивность выброса токсичного вещества ( $q$ ) была рассчитана нами по каждому виду автотранспортных средств. Стандартное отклонение Гауссовского распределения примесей в атмосфере ( $s$ ) учитывалось при условии, что нами были выбраны две точки, на расстоянии 5 метров от дорожного полотна (тротуар) и 20 метров от дорожного полотна (условная граница городской больницы и здания легкоатлетического манежа). Скорость ветра ( $u$ ) определялась в зависимости от выбранного нами угла к дороге, который мы приняли как равный  $60^\circ$  исходя из модели распространения выхлопных газов, предложенной Гадельником [5], Фоновая концентрация ( $F$ ) была принята как усредненное значение среднестатистической фоновой концентрации по данным поста мониторинга.

Расчет производился по каждому виду автотранспорта отдельно, а затем была определена суммарная концентрация на расстоянии 5 и 20 метров от дорожного полотна. Результаты расчетов данной модели приведены в таблицах.

Таблица 5

**Концентрация вредных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе**

Вид вредного вещества	С <sub>вв</sub> на различном расстоянии от автомобильного полотна	
	5 метров	20 метров
CO	3,52	1,538
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,6	0,43
NO <sub>2</sub>	0,5	0,37

Заключительным этапом исследования стало сопоставление полученных концентраций загрязняющих веществ на исследуемом участке с ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. В таблице приведены значения ПДК и значения расчетной концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 6

**Значение концентрации вредных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе**

Вид вредного вещества	ПДК <sub>вв</sub> , мг/м <sup>2</sup>	С <sub>вв</sub> на различном расстоянии от автомобильного полотна	
		5 метров	20 метров
CO	3	3,52	1,538
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,1	0,6	0,43
NO <sub>2</sub>	0,04	0,5	0,37

В результате этого сравнения можно сделать вывод о том, что концентрация всех веществ значительно превышает ПДК на расстоянии 5 метров, а также на расстоянии 20 метров превышается концентрация таких веществ как бензол и диоксид азота.

В результате проведенного исследования мы можем сделать вывод о необходимости разработки мероприятий, направленных на решение проблемы на данном участке.

В качестве метода снижения концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на наш взгляд целесообразно использовать биологический метод, который

подразумевает создание газо-пылезащитной полосы вблизи источников загрязнения или объектов защиты. Выполненные расчеты и исследования позволяют в дальнейшем произвести подбор защитных растений аналитическим методом

#### Литература

1. ГН 2.1.6.3492-17 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. – Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 N 165
2. В России числится около 52 млн единиц автотранспорта/ Автостат. Аналитическое агентство: официальный сайт URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.autostat.ru%2Fnews%2F37917%2F>
3. Губарева Л. И. Практикум по экологии человека (учебное пособие) /Губарева Л.И., Мизирева О.М., Чурилова Т. М. Под ред. Л. И. Губаревой. – М.:Гуман.центр ВЛАДОС, 2003. –112 с.
4. Головов М. А., Армейсков В. Н., Петров С. П., Баклакова В. В., Качан Ю. Д. Геоэкологическая оценка урбанизированных территорий на примере Ростовской //В сборнике: Перспективные технологии в промышленном и гражданском строительстве Сборник научных трудов. Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. 2019. С. 16-22.
5. В. С. Бабков, Т. Ю. Ткаченко. Анализ математических моделей распространения примесей от точечных источников// Наукові праці ДонНТУ Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка" № 13 (185), 2011.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, г. Шахты, Россия

A. S. Bondareva, V. V. Baklakova

#### INVESTIGATION OF AIR POLLUTION FROM TRAFFIC FLOWS IN URBAN AREAS

This article discusses the processes of isolation and human exposure to anthropogenic pollutants that enter the environment as a result of vehicle operation in an urban environment, as well as a method for reducing the concentration of pollutants

The Institute of service and business (branch) DSTU in Shakhty, Shakhty, Russia

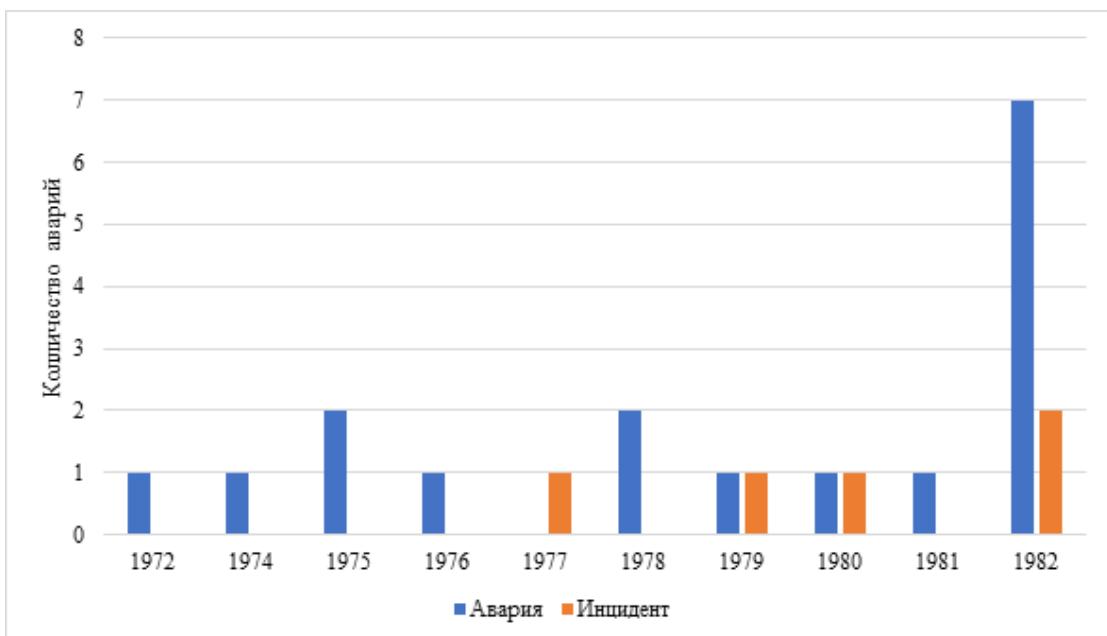
УДК 541.13+11

С. А. Титов, Н. М. Барбин, И. А. Зубарев, А. М. Кобелев

#### АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА АЭС В США, РОССИИ И В СТРАНАХ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ ЗА ПЕРИОД 1972-1982 ГОДЫ

В статье приведены причины возникновения аварийных ситуаций на АЭС. За десятилетний период с 1972-1982 годы рассмотрены и описаны основные места возникновения аварий и инцидентов повлекших за собой основных последствий

Мировыми лидерами по производству атомной энергии являются такие страны как: США, Франция, Япония, Россия, Южная Корея, Китай, Канада, Украина, Германия, Великобритания, Швейцария. Всего в мире эксплуатируется 190 атомных электростанций с 450 ядерными энергоблоками, общей электрической мощностью около 398 ГВт. В стадии строительства находятся 54 энергоблока и 187 энергоблоков закрыты [1]. За десять лет с 1972 г. по 1982 г. было зарегистрировано 22 аварийных случая: из них 17 аварий и 5 инцидентов на АЭС [2, 3]. Распределение количества аварий и инцидентов показано на рисунке.



Количество аварий и инцидентов за период с 1972-1982 гг.

Самое большое количество аварийных случаев произошло в США: 7 аварий и 2 инцидента. Первый инцидент произошел 1 сентября 1972 года в штате Коннектикут на АЭС «Милстоун», связанный с коррозионным повреждением трубок конденсатора на реакторе BWR, что привело к его аварийной остановке. Второй инцидент возник 26 февраля 1980 года на АЭС «Кристал Ривер», которая находится на берегу Мексиканского залива в округе Ситрэс штата Флорида, по причине захолаживания корпуса реактора PWR. Четыре аварии произошли по техническим неисправностям: первая 22 марта 1975 года на АЭС «Браунз Ферри», в штате Алабама, которая привела к аварийной остановке реакторов и возникновению пожара, и произошла она 20 марта 1978 года на АЭС «Ранчо Секо» в штате Калифорния, связанная с захолаживанием корпуса реактора PWR. Третья и четвертая авария были зарегистрированы в 1982 году. Третья авария произошла в январе на АЭС «Онтарио» в штате Нью-Йорк и была связана с неисправностью системы охлаждения реактора. Последствия этой аварии - выброс радиоактивных веществ в окружающую среду. Четвертая авария случилась в штате Нью-Йорк на АЭС «Найн Майл Пойнт». Данная авария была связана с растрескиванием трубопровода по всей длине большого диаметра в системе многократной принудительной циркуляции реактора BWR, что привело к аварийной остановке. Три аварии произошли по вине персонала: первая 29 марта 1979 года, которая была связана с плавлением активной зоны по причине заблуждения операторов в дальнейших своих действиях на АЭС «Три-Майл-Айленд» в штате Пенсильвания. Вторая - 30 января 1982 года на АЭС «Онтарио» в штате Нью-Йорк. Данная авария была связана с системой охлаждения реактора и произошла по причине слабой тренировки персонала при аварийных ситуациях, в последствиях которой возник выброс радиоактивных веществ в окружающую среду. В этом же году на АЭС «Пойнт-Бич» в штате Висконсин случилась авария, связанная с повреждением парогенератора посторонними предметами.

В СССР за данный период было отмечено 7 аварийных случаев: из них 5 аварий и 2 инцидента. Четыре аварии произошли по техническим неисправностям: первая авария возникла 7 января 1974 года на Ленинградской АЭС. В первом энергоблоке произошел взрыв железобетонного газгольдера реактора РБМК, что повлекло за собой возгорание реактора. Через год, 30 ноября 1975 г., на этой же АЭС случилась еще одна крупная авария, которая была связана с разрушением технологического канала первого энергоблока реактора РБМК, что привело не только к аварийной остановке, но и выбросу радиоактивных веществ. Третья авария произошла 7 сентября 1982 года на Чернобыльской АЭС. В результате аварии

разгерметизировался технологический канал реактора РБМК и последовала аварийная остановка с выбросом радиоактивных веществ. Четвертая авария случилась в декабре на Ровенской АЭС, и была она связана с разгерметизацией 1-го контура на блоке № 1 реактора ВВЭР. Последствия аварии: аварийная остановка и выброс радиоактивных веществ. В этом же году 15 октября произошла ещё одна авария на Армянской АЭС. По вине персонала случилось несанкционированное подключение внешней сети реактора ВВЭР, что повлекло за собой пожар с последующей аварийной остановкой. В этом же году было зафиксировано 2 инцидента на Белоярской АЭС. Первый инцидент был связан с течью пара в парогенераторе № 5 энергоблока БН-600, второй - с протечкой 1-го контура реактора БН-600 на всасывающем патрубке электромагнитного насоса бакового хозяйства.

В Великобритании зафиксировано два аварийных случая. Первый аварийный случай произошел 2 октября 1977 года по технической неисправности газоохлаждаемого реактора AGR АЭС «Хантерстоун», связанный с попаданием морской воды в корпус высокого давления, что привело к его остановке. Второй аварийный случай произошел 19 ноября 1978 г. на АЭС «Хинкли Пойнт». В результате ошибочных действий персонала, возникших при перегрузке, произошло повреждение твэлов.

В Германии 7 декабря 1975 года на АЭС «Грайфсвальд» случилась авария, в результате ошибочных действий персонала последующего отказа автоматического выключателя в распределительном устройстве произошло короткое замыкание и последующим возникновением пожара и выбросом радиоактивных веществ.

В 1976 г. возникла крупная авария в Чехословацкой АЭС «Богунице». В результате неисправности систем автоматики произошла утечка теплоносителя и замедлителя в здании реактора, что привело к его аварийная остановка с выбросом радиоактивных веществ.

Во Франции в марте 1980 года на АЭС «Сен-Лоран-дез-О» вследствие технической неисправности реактора произошло плавление его активной зоны с выбросом радиоактивных веществ.

В Японии 8 марта 1981 года на АЭС «Цугура» из-за технической неисправности произошла утечка высокорадиоактивной воды в окружающую среду.

Анализ аварийных ситуаций на АЭС, произошедших в разных странах с 1972 по 1982 год показал, что наибольшее количество аварий и инцидентов было связано с техническими неисправностями оборудования. Аварийные ситуации происходили в большинстве случаев в активной зоне и в системах обеспечения работоспособности реакторов. Последствия аварий приводили к взрыву с сопутствующим пожаром и последующим выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду.

#### Литература

1. Генерация электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 10 февраля 2020).
2. <http://rb.mchs.gov.ru/folder/8961>
3. Микеев А.К. Противопожарная защита АЭС. Москва энергоатомиздат, 1990. 432 с.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

S. A. Titov, N. M. Barbin, I. A. Zubarev, M. Kobelev

#### EMERGENCY SITUATIONS AT NPP IN THE USA, RUSSIA AND IN THE COUNTRIES OF WESTERN EUROPE FOR THE PERIOD OF 1972-1982

The article describes the causes of emergencies at nuclear power plants. For the ten-year period from 1972-1982, the main places of occurrence of accidents and incidents that entailed the main consequences were considered and described

Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

В. А. Пушкарев

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С РАДИОЭЛЕКТРОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Средства радиоэлектронной борьбы являются источниками электромагнитных волн высоких частот. В настоящее время они претерпевают бурное развитие. Исходя из этого, необходимо принимать во внимание, что они могут нанести значительный ущерб здоровью лицам, оказывающимся в зоне их действия. В данной статье были проанализированы данные о неблагоприятных последствиях воздействия на организм человека сверхнормативного электромагнитного излучения. Для оценки эффективности методик мониторинга электромагнитного излучения мы сравнили данные, полученные методом инструментального измерения электромагнитного поля, и данные, полученные расчётым методом. Исследование позволило сделать вывод, что использование расчетного метода не всегда позволяет адекватно отобразить электромагнитную обстановку из-за совокупности случайно меняющихся параметров и факторов

До недавнего времени отдельные аспекты воздействия электромагнитного излучения на биологические объекты, в том числе, человека, практически не были исследованы и не рассматривались в сфере охраны труда. Однако последние медико-биологические исследования показали, что радиоволны, особенно диапазона сверхвысоких частот, могут оказывать потенциально негативное влияние на живые организмы и экосистемы [1]. Наряду с этим фактом, специалисты, так или иначе контактирующие с оборудованием радиоэлектронной борьбы, попадают в сложную электромагнитную ситуацию: во-первых, воздействие на них оказывает электромагнитное излучение сверхвысоких частот, во-вторых, происходит экранирование полей естественного происхождения, отсутствие которых также может иметь негативные последствия, поскольку организм человека в течение всей своей эволюции находился в контакте с природным электромагнитным излучением. Таким образом, любое изменение естественного уровня электромагнитного излучения является потенциально вредным, а это значит, что назрела необходимость разработки средств защиты, методов мониторинга и организационно-технических мероприятий по защите от воздействия электромагнитных полей.

Санитарные нормативы, с помощью которых в настоящее время происходит нормирование электромагнитного излучения на рабочих местах, имеют определённые недостатки. Основным минусом здесь является то, что воздействие электромагнитных волн на живой организм изучено недостаточно полно. В настоящее время имеется лишь ограниченное количество исследований, касающихся того, как воздействуют на живые организмы излучения с различными параметрами, при различном времени экспозиции и как эффект облучения зависит от состояния самого организма (возраста, комплекции, пола, хронических заболеваний и т.д.). Существующие нормы базируются на предположении, что наиболее важным эффектом воздействия электромагнитного излучения на организм является его преобразование в тепловую энергию.

Однако в экспериментах было показано, что гибель живого организма под воздействием электромагнитных полей нельзя рассматривать только как результат перегрева тела. Было продемонстрировано, что кроме тепловых изменений наблюдается ряд глубоких нарушений, которые зависят от частоты электромагнитного излучения, локализации воздействия (облучается ли организм целиком или только его часть) и физического состояния облучаемого организма (например, толщины жировой прослойки) [2].

При воздействии неионизирующего (электромагнитного) излучения происходят изменения в тканях и органах, при этом значимое влияние может оказаться как однократное высокointенсивное облучение, так и хроническое облучение небольшой интенсивности. Локализация изменений соответствует глубине проникновения энергии электромагнитного

поля. Поражения тем более глубокие, чем ниже частота излучения и меньше размеры организма, на который производится воздействие.

Характер изменений может быть различен: от значительных внешних и внутренних ожогов, некрозов, которые могут приводить и к летальным исходам, до небольших поражений, включающих разрушение мелких сосудов, незначительные перегревания некоторых участков тела [3]. Резкие морфологические изменения при интенсивном облучении подобны тем, которые происходят при перегреве тканей другими способами.

Система защиты специалистов радиоэлектронной борьбы на рабочих местах, а также система оценки состояния природной среды при воздействии излучающих средств должна содержать следующие мероприятия: создание новых, научно обоснованных нормативов, систематический анализ электромагнитной обстановки на рабочих местах и в местах нахождения людей, как сотрудников, так и остального населения, а также мероприятия по защите, то есть предотвращение негативного воздействия

Целью мероприятий по нормализации электромагнитной обстановки является: вовремя обнаружить опасность, определить достаточную степень защиты и минимальными затратами обеспечить требуемую степень защиты. Организация электромагнитной безопасности на рабочем месте сталкивается с ключевой проблемой – это оценка электромагнитной обстановки в районе размещения излучающего средства. Такая оценка осуществляется двумя основными методами: расчётным и инструментальным.

Расчетное прогнозирование должно производиться согласно апробированным методикам. Их разработка является достаточно сложной проблемой, так как технические средства, использующиеся в радиоэлектронной борьбе, используют различные частоты, расположены в экосистемах различного типа (как на открытой местности, так и в условиях природного экранирования) и сами антенны имеют разную форму и технические характеристики.

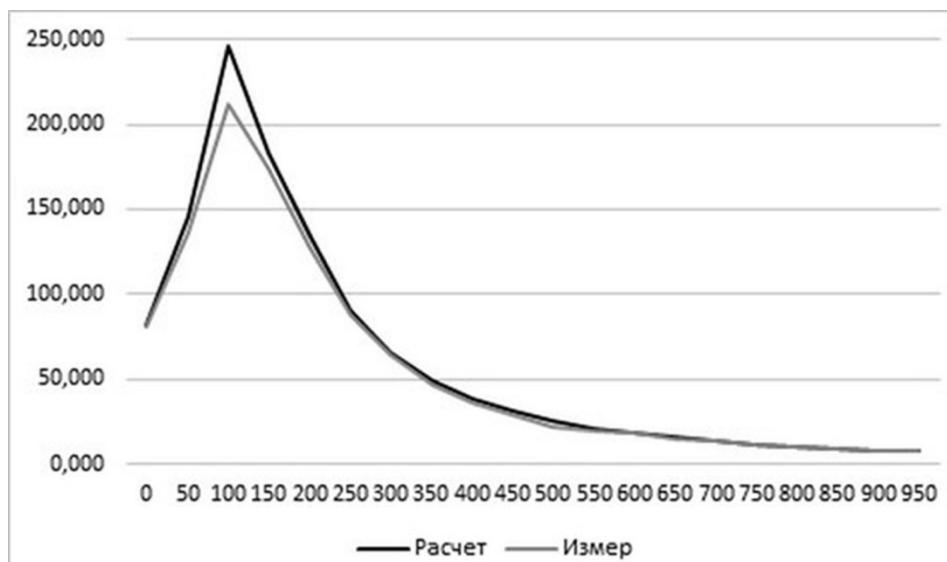
Исходя из того, что для постоянного инструментального контроля электромагнитной обстановки требуется затрачивать чрезвычайно много средств и времени, а кроме того, не всегда есть возможность измерить показатели электромагнитного поля в труднодоступных местах, например, в многоэтажных зданиях, в качестве основного метода исследования применять математическое моделирование. Известно, что математическая модель, как бы много параметров она ни охватывала, не в состоянии отразить всё многообразие окружающей среды (различные погодные условия, особенности использования в разное время суток, особенности сочетаний с другими работающими техническими установками).

Хотя в последние времена в научной литературе предлагается всё больше математических моделей электромагнитных полей в различных условиях и с различными характеристиками, расчетные методы не теряют своей актуальности. Методики расчета уровня воздействия электромагнитных полей, которые формируются в зоне действия излучающих объектов устанавливаются законодательно [4, 5] для радиоэлектронных средств как гражданского, так и военного предназначения [6].

Поскольку целью данной работы было сравнение двух методик оценки (расчётной и инструментальной), мы оценили электромагнитную обстановку, которая создаётся антенной спутниковой системы передачи. Длинна волны, на которой работала антenna, составляла  $\lambda = 0,052$  м ( $f = 5640$  МГц). Мощность передатчика составляла  $P = 200$  Вт. Для анализа была выбрана антenna Кассегрена, которая имела следующие технические характеристики: угол раскрытия составлял  $180^\circ$ , коэффициент направленного действия антенны в направлении наиболее высокого излучения составлял 36,5 дБ, диаметр апертуры был равен 1,5 м, высота центра апертуры над землёй составляла 4 метра. Направление наибольшего излучения по отношению к плоскости горизонта образовывало угол  $\alpha = 0^\circ$  и  $17^\circ$ .

Измерения производились на высоте, установленной нормами (2 м над уровнем земли). Для измерения электромагнитного поля антенны использовался прибор ПЗ-70/1. Полученные нами данные продемонстрировали, что современные расчетные методы

зачастую приводят к завышенным результатам в зоне ближнего воздействия (рисунок). Данные, полученные нами при использовании расчета, и данные, полученные посредством применения инструментального метода, в дальней зоне воздействия электромагнитного излучения показали значительное сходство.



Плотности потока энергии электромагнитного излучения антенны в зависимости от расстояния (в метрах) при  $\phi=0$ , полученные расчётным и инструментальным методами

В качестве вывода данного исследования необходимо отметить, что с целью обеспечение максимально эффективного управления рисками воздействия радиоэлектронного оборудования на людей необходим пересмотр существующих методик. Данную задачу поможет решить проведение экспериментальных исследований и внесения поправочных коэффициентов в нормативные формулы расчёта параметром облучения в ближней зоне воздействия.

Особое внимание следует обратить на мероприятия по защите сотрудником, непосредственно связанных с радиоэлектронным оборудованием. Правильный выбор соответствующих мероприятий охраны труда будет зависеть от уровня воздействия электромагнитного излучений и его характеристик. Как одно из наиболее важных мероприятий следует отметить выделение санитарно-защитной зоны.

#### Литература

1. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука; 1968.
2. Толгонская М. С. Морфологические изменения у экспериментальных животных при воздействии импульсных и непрерывных СВЧ // В кн.: О биологическом воздействии сверхвысоких частот. М.: 90 с.
3. Перельмутер В. М., Чуприкова Е. М. Медико-биологические аспекты взаимодействия электромагнитных волн с организмом. Томск: Изд-во Томского политехнического университета; 2009.
4. Методические указания. Определение уровней ЭМП в местах размещения передающих средств и объектов сухопутной подвижной радиосвязи ОВЧ и УВЧ диапазонов // МУК 4.3.046-96 от 02.02.96. Госкомсанэпиднадзор России. 1996. 8 с.
5. Методические указания. Определение плотности потока мощности ЭМП в местах размещения передающих средств телевидения и ЧМ-радиовещания // МУК 4.3.045-96 от 02.02.96. Госкомсанэпиднадзор России. 1996. 15 с.
6. Бузова А. Л. Антенно-фидерные устройства: технологическое оборудование и экологическая безопасность // учеб. пособ. М.: Радио и связь. 1998. 221 с.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

V. A. Pushkarev

## ASSESSMENT OF THE STATE OF WORKING CONDITIONS WHEN WORKING WITH RADIO ELECTRONIC EQUIPMENT

Radioelectronic warfare technologies are sources of electromagnetic waves of high frequencies. Currently, they are undergoing rapid development. Based on this, it should take into account the fact that they can cause significant damage to the health of personnel in their area of its coverage. In this article, we analyzed data on the adverse effects of exposure to excess electromagnetic radiation on the human organism. In order to assess the effectiveness of methods for monitoring electromagnetic radiation, we compared the data obtained by instrumental measurement of the electromagnetic field and the data obtained by the calculation method. The study allowed us to conclude that the use of the calculation method does not always adequately reflect the electromagnetic environment due to a combination of randomly varying parameters and factors

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

УДК 553:504.5.53(597)

Нгуен Т. Хунг, И. И. Косинова

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОМПОНЕНТОВ СРЕДЫ

Результаты исследований показывают, что метод NIPI считается более эффективным в оценке комплексного загрязнения тяжелыми металлами в районе исследований. Загрязнение синтезом тяжелых металлов было обнаружено в центральных и южных районах, где расположены многие промышленные парки и города. Сельскохозяйственные районы на севере и востоке не имеют признаков загрязнения тяжелыми металлами

Загрязнение тяжелыми металлами в почве вызывает серьезную обеспокоенность у многих исследователей. В зависимости от источника загрязнения, почва может быть загрязнена одним или несколькими металлическими элементами. В мире, существует много методов оценки состояния факторов загрязнения. В частности, некоторые авторы в Европе часто используют метод суммарного загрязнения факторами  $C_{deg}$  [4, 5, 8, 11, 12, 14]. Некоторые исследователи окружающей среды в России используют метод уточненного суммарного показателя загрязнения СПЗУ [1-3, 13]. Некоторые авторы в Китае и других азиатских странах часто используют метод Немеров - интегрированный индекс загрязнения NIPI [6, 7, 9, 10].

Мы исследовали 100 проб почвы, чтобы оценить загрязнение почвы такими металлами, как Pb, Zn, Cu, As, Cd и Cr. Метод абсорбционной спектрометрии ICP-MS используется для определения концентрации металлов в пробах почвы. На основе сравнения аналитических результатов, данных тремя методами, СПЗУ, NIPI и  $C_{deg}$ , можно выбрать подходящий метод для области исследования. Метод суммы факторов загрязнения  $C_{deg}$  основывается на следующих расчетах:

$$C_{deg} = \sum C_f^i, \quad (1)$$

где  $C_i^f$  - индекс фактора загрязнения.  $C_i^f = C_i / ПДК_i$ ;  $C_i$  - концентрация элемента (мг/кг).

Уточненный суммарный показатель загрязнения (СПЗУ) рассчитывается по формуле

$$СПЗУ = \sum_{k=1}^n K_k - \log_2 n \quad (2)$$

где  $K_k = C_i / ПДК_i$ ,  $C_i$  - концентрация элемента (мг/кг);  $n$  = число анализируемых элементов.

Метод Немеров представляет собой интегрированный индекс загрязнения (NIPI):

$$NIPI = \sqrt{\frac{PI_{iave}^2 + PI_{imax}^2}{2}}, \quad (3)$$

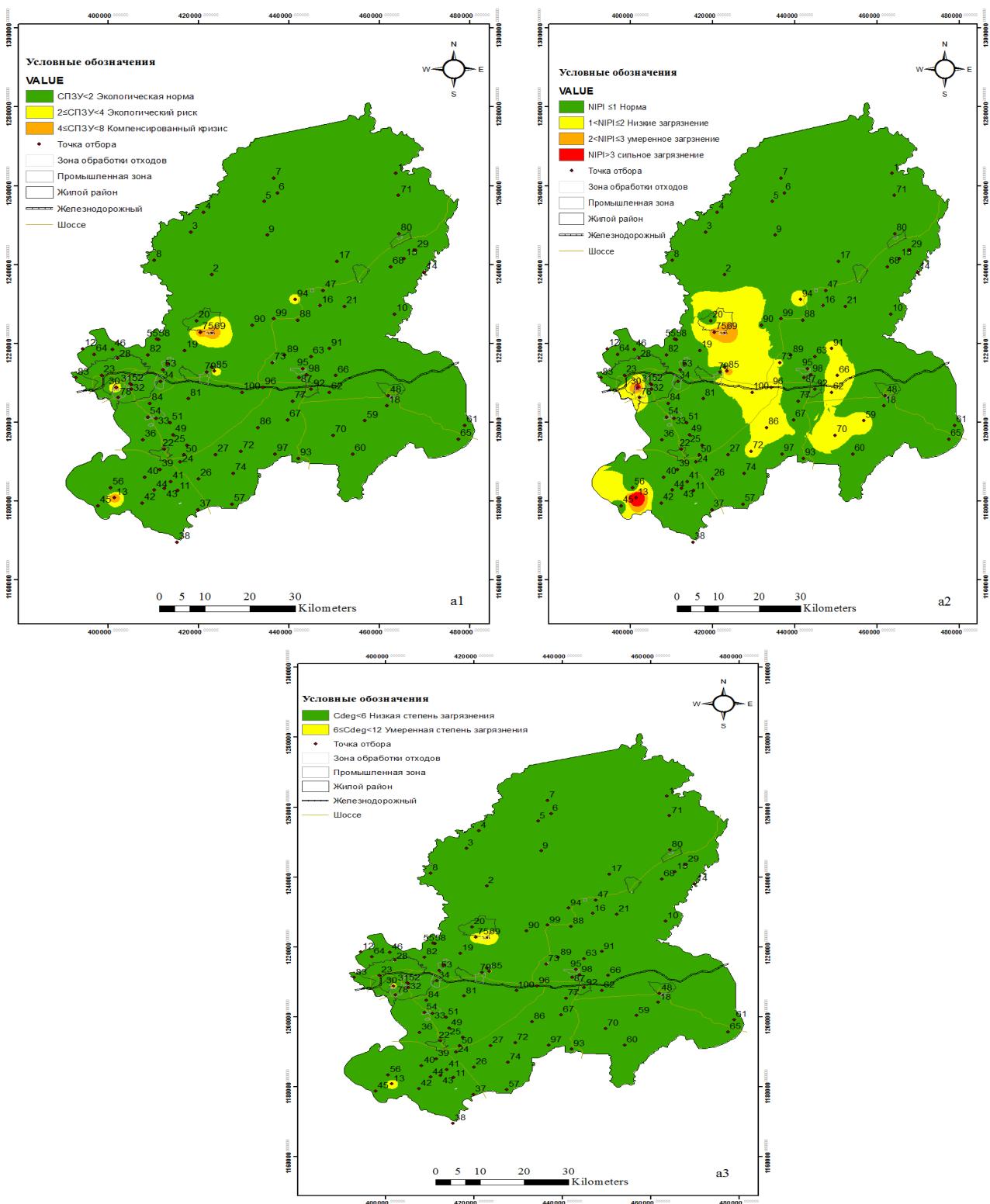
где PI - индекс загрязнения.  $PI = C_i/\text{ПДК}_i$ ;  $C_i$  - концентрация элемента (мг/кг);  $PI_{imax}^2$  - это максимальное значение PI для каждого тяжелого металла, а  $PI_{iave}^2$  - среднее значение PI для каждого тяжелого металла.

Результаты анализа показывают, что некоторые образцы почвы в центральной и южной областях, были сильно загрязнены металлами (Pb в 2.14 раза, Zn в 5.27 раз, Cd в 8.07 As в 1.97 раза выше ПДК). Это зоны вблизи промышленных зон Лонг Тхань, зоны переработки отходов Винь Кыу, аккумуляторного завода Донг Най. В сельскохозяйственном районе концентрация металлов в почве низкая. Местоположение и распределение комплексного загрязнения окружающей среды различны при определении их уровней методом NIPI и СПЗУ в исследуемой области. Критерии низкого загрязнения, анализируемого методом NIPI, шире, чем в методе СПЗУ. Результаты классификации загрязнений метода  $C_{deg}$  дают более низкие границы загрязнения, чем два вышеупомянутых метода. Методы NIPI и СПЗУ показывают области с высоким уровнем загрязнения, но метод  $C_{deg}$  показывает только средний уровень загрязнения.

Результаты интегрированной оценки загрязнения, основанные на трех методах, показаны на рисунках a1, a2 и a3. На севере и востоке находится сельскохозяйственная территория, результаты оценки трех методов одинаковы. Однако в юго-западной области, где есть городские районы, промышленные районы и зоны обработки отходов, результаты оценки загрязнения методом NIPI считаются лучшими, чем два других метода.

Статистические результаты показывают, что когда отношение значения загрязнения фактора с самым высоким уровнем загрязнения к среднему значению загрязнения факторов ниже 3, результат оценки загрязнения 3 методов аналогичен. Однако когда это соотношение превышает 3, до 42 % точек выборки показывают, что результаты оценки между методами различны. СПЗУ и  $C_{deg}$  приводят к более низким уровням оценок загрязнения, в то время как метод NIPI дает более высокие уровни загрязнения. Это доказывает, что, когда в окружающей среде есть только несколько очень сильных элементов загрязнения, остальные элементы не загрязнены или очень слабое загрязнение, методы СПЗУ и  $C_{deg}$  обнаружат ограничения. Результатом будет низкое загрязнение или его отсутствие, при этом, на самом деле существует сильный фактор загрязнения. Напротив, метод NIPI основан на максимальном значении и среднем значении загрязнения факторов, поэтому результаты диагностики будут ближе к реальности.

Из приведенного выше анализа можно сделать вывод, что методы СПЗУ и  $C_{deg}$  могут применяться в районах с низким уровнем загрязнения ( $PI_{max}/PI_{ сред } < 3$  раза). Когда уровни загрязнения выше, метод NIPI должен использоваться в комплексной оценке факторов загрязнения. Таким образом, можно видеть, что использование метода NIPI считается наиболее эффективным для исследуемой области.



Комплексная карта загрязнения на основе методов СПЗУ (a1), NIPI (a2) и C<sub>deg</sub> (a3)

#### Литература

- Боков, Сергей Юрьевич; Базарский, О. В. Комплексная геоэкологическая оценка геосфера жизни деятельности населения Липецкого промрайона. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 2010, 1: 79-84.
- Косинова, И. И.; Фонова, С. И. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ в городских условиях. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 2015, 2: 122-124.

3. Кульnev, Вадим Вячеславович; Базарский, Олег Владимирович. Комплексная методика геоэкологической оценки территории горнодобывающих предприятий. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 2011, 2: 142-147.
4. Abrahim, G. M. S., & Parker, R. J. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. Environmental monitoring and assessment, 2008, 136.1-3: 227-238. DOI 10.1007/s10661-007-9678-2.
5. Hakanson L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control: A sedimentalological approach. Water Res. 14, 975-1001. Doi:10.1016/0043-1354(80)90143-8.
6. Ho, Nwankwoala; Ememu, A. J. Contamination indices and heavy metal concentrations in soils in Okpoko and Environs, Southeastern Nigeria. J Environ Sci, 2018, 2.2: 77-95.
7. Jiang, X., Lu, W. X., Zhao, H. Q., Yang, Q. C., & Yang, Z. P.. Potential ecological risk assessment and prediction of soil heavy-metal pollution around coal gangue dump. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2014, 14.6: 1599
8. Loska, Krzysztof; Wiechula, Danuta; Korus, Irena. Metal contamination of farming soils affected by industry. Environment international, 2004, 30.2: 159-165. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00157-0](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00157-0).
9. Shifaw, Eshetu. Review of heavy metals pollution in China in agricultural and urban soils. Journal of Health and Pollution, 2018, 8.18: 180607.
10. Singh, V., Joshi, G. C., & Bisht, D. Energy dispersive x-ray fluorescent analysis of soil in the vicinity of industrial areas and heavy metal pollution assessment. Journal of Applied Spectroscopy, (2017). 84(2), 306-311.
11. Suryawanshi, P. V., Rajaram, B. S., Bhanarkar, A. D., & Rao, C. C. Determining heavy metal contamination of road dust in Delhi, India. Atmósfera, 2016, 29.3: 221-234. doi: 10.20937/ATM.2016.29.03.04.
12. Yang, Z., Lu, W., Long, Y., Bao, X., & Yang, Q. Assessment of heavy metals contamination in urban topsoil from Changchun City, China. Journal of Geochemical Exploration, 2011, 108.1: 27-38. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2010.09.006>.
13. Yu, L., Zhang, B., Zhang, S.Q., 2004. Heavy metal elements pollution evaluation on the ecological environment of the Sanjiang Plain based on GIS. Chinese Journal of Soil Science 35 (5), 529–532 (In Chinese).
14. Zhang, J., Deng, H., Wang, D., Chen, Z., & Xu, S.. Toxic heavy metal contamination and risk assessment of street dust in small towns of Shanghai suburban area, China. Environmental Science and Pollution Research, 2013, 20.1: 323-332. Doi 10.1007/s11356-012-0908-y.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Nguyen Thanh Hung, I. I. Kosinova

## SUBSTANTIATION OF THE METHODOLOGY OF INTEGRATED ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL COMPONENTS

The research results show that the NIPI method is considered more effective in assessing complex pollution with heavy metals in the study area. Heavy metal synthesis pollution has been detected in the central and southern regions, where many industrial parks and cities are located. Agricultural areas in the north and east show no signs of heavy metal pollution

Voronezh State University, Voronezh, Russia

#### **4. АНТИТЕРРОР И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ**

УДК 629.-7.017.3

К. В. Тугушов, Г. Н. Шаповалова

#### **К ВОПРОСУ УЧЕТА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В РАМКАХ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С АВАРИЯМИ НА ДОРОГАХ**

Отмечается необходимость взаимной ответственности общества и государства по обеспечению безопасности населения на транспорте. Рассматривается проблема влияния нарушения скоростного режима на дорогах на гибель людей в ДТП, необходимость комплексной оценки качества принимаемых мер

В рамках предупреждения ЧС, связанных с авариями на дорогах России, одним из ключевых вопросов является учет качества и безопасности движения автомобильного транспорта с целью снижения количества погибших и пострадавших при ДТП. Учет статистики ДТП с тяжкими последствиями осуществляется не только в МВД России, но и в ежегодном Государственном докладе о «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», координатором по подготовке которого является МЧС России. В связи с этим с целью обеспечения безопасности населения требуется решение комплексной задачи по снижению риска чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на дорогах. При этом необходимо обращать внимание на наиболее важные причины аварийных ситуаций и выявлять их закономерности.

Из отчетов Главного управления по обеспечению безопасности дорожного движения МВД России видно, что аварийность и смертность на дорогах снизились с  $2,75 \cdot 10^4$  в 2009 г. до  $1,69 \cdot 10^4$  в 2019 г. Данный факт говорит о правильных подходах в области обеспечения безопасности дорожного движения.

С позиции комплексной безопасности [1] стоит обратиться к Сендайской рамочной программе действий (СРПД), результаты которой будут оцениваться степенью снижения риска как такового, а также воздействием опасностей (потерь), в том числе при ДТП, по сравнению с текущим уровнем. При этом необходимо добиться, чтобы в период 2020–2030 гг. среднее общемировое число людей, пострадавших от бедствий, в расчёте на  $10^5$  человек, было меньше, чем в период 2005–2015 гг. В этом вопросе важнейшую роль играет консолидация усилий всех субъектов и объектов системы транспортной безопасности с учетом показателей комплексной безопасности.

С точки зрения подходов по обеспечению безопасности на транспорте в МЧС России предлагается обратить внимание на определение показателей опасности (безопасности) через понятие «риск» и его уровни. Следует отметить, что каждый вид риска связан с определённой его областью, в частности, при возникновении ЧС на дорогах. В общем случае риск можно использовать как меру опасного события (вероятности гибели человека, причинения вреда жизни при ДТП). Поэтому требуется установление определенных показателей риска при соблюдении четких требований по обеспечению транспортной безопасности с учетом оценки уязвимости, категорированием и определением критериев безопасности, которые, в свою очередь, учитывали бы качество и безопасность движения автомобильного транспорта с целью снижения риска возникновения ЧС на дорогах. С учетом более объективной сравнительной оценки качества процесса обеспечения безопасности во всех видах транспортных систем, в том числе, требуется учет показателей, отражающих степень защищённости его участников от ДТП и их последствий [2].

В 2013 г. сформирована комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте с учётом текущего состояния. Реализация Программы до 2022 года

предусматривает координацию действий и объединение сил и средств всех уровней органов власти и соответствующих субъектов транспортной инфраструктуры. Анализ основных положений Программы показывает, что требования к контролю безопасности населения на транспорте будут усилены в 2020 г., что увязывается с риск-ориентированным подходом по обеспечению безопасности в стране. Развитие Программы согласуется с Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 г. [3], и с Паспортом федерального проекта «Безопасность дорожного движения», где, начиная с 2017 г. принят базовый показатель - 13,0 (количество погибших в ДТП, чел./ $10^5$  населения) и утверждены целевые показатели: снижение смертности до уровня, не превышающего 4-х человек на  $10^5$  населения к 2024 г., соответственно: 13,0 (2017) – 11,7 (2019) – 10,9 (2020) – 9,8 (2021) – 8,4 (2022) – 6,4 (2023) – 4,0(2024) [3].

Основными принципами обеспечения качества и безопасности движения автомобильного транспорта в рамках решения комплексной задачи снижения риска ЧС, связанных с авариями на дорогах, являются: *взаимная ответственность* общества и государства; *непрерывность обеспечения* транспортной безопасности; *интеграция с международными системами* обеспечения безопасности на транспорте; *выработка оптимальных решений* оснащения объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств современными техническими средствами. Указанные принципы соответствуют этапам управления качества процесса и точнее будут отвечать требованиям ГОСТ Р 53647.1-2009, предназначенному для непрерывности процесса.

При решении комплексной задачи по снижению риска ЧС, связанных с авариями на дорогах, с учетом качества и безопасности движения автомобильного транспорта, необходимо перейти к эквивалентному показателю, который бы согласовывался со статистическими показателями аварийности. Требуется определиться, какие события попадут в область исследования. Если аварийность, то это показатель безопасности движения в виде абсолютного числа ДТП, числа погибших и раненых или в виде отношения количества ДТП к числу транспортных средств, численности населения или пробегу автомобилей за определённый промежуток времени. На сайте «statgibdd.ru» можно найти карты с использованием показателей аварийности, сигнализирующих цветом отклонения по сравниваемым месяцам предыдущего года (рис. 1, 2).



Рис. 1. ДТП (ноябрь, 2019 г.) в сравнении с аналогичным периодом прошлого года (АППГ, по погибшим), пример



Рис. 2. ДТП (июль, 2019 г.) в сравнении с аналогичным периодом прошлого года (АППГ, по погибшим), пример

Формирование динамической модели опасности поможет в определении функциональных зависимостей от времени и координат.

Для комплексного решения влияния только лишь одного показателя скорости движения транспортного средства (ТрС) требуется изучение на интервале времени более года дополнительных исходных характеристик. К ним могут относиться как характеристики самого ТрС, компетенции водителей, качество дорог, влияние погодных условий, так и

контроль показателей движения. Необходимо определить и внешние причины, влияющие на действия водителей. Это выполнение нормативов перевозок по времени, неравномерный поток из-за «пробок» на дорогах, количество машин на 1000 населения, рабочие характеристики ТрС, категории дорог, снижение видимости, необоснованные дорожные знаки, усталость и опыт водителей и другие. Только за январь 2020 г. погибло  $1,2 \cdot 10^3$  человек в  $1,1 \cdot 10^4$  авариях на дорогах при климатических отклонениях (предварительные данные до 30-суточного периода ожидания) [4].

Таким образом, вопрос обеспечения безопасности на транспорте следует рассматривать комплексно. В рамках комплексного подхода в решении вопроса учета качества и безопасности движения автомобильного транспорта предлагается учитывать среди множества факторов значение показателя скорости. Данный подход заслуживает отдельного внимания и частично рассматривался в некоторых научных работах [5].

В связи с этим предлагается разработка аналитического выражения для оценки вероятности безопасного движения ТрС. Необходимо разработать обобщённую модель, включающую блоки учёта технического состояния ТрС и, что важно, характеристик факторов движения. Полученные в дальнейшем результаты моделирования позволят количественно оценить аварийную ситуацию на соответствующем участке дороги с учётом как человеческого фактора, технического состояния ТрС, параметров его движения(динамику), так и характеристик состояния дорожного полотна.

В решении комплексной задачи по снижению риска чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на дорогах, необходимо обратить внимание на взаимную ответственность общества и государства по обеспечению безопасности населения на транспорте, с учетом комплексной оценки качества принимаемых мер.

#### Литература

1. Комплексная система обеспечения безопасности населения на транспорте. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.06.2010 г. № 1285-р. [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/41292493-Kompleksnaya-programma-obespecheniya-bezopasnosti-naseleniya-na-transporte-i-obshchie-polozheniya.html> (дата обращения: 02.02.2020).
2. ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084056> (дата обращения: 04.02.2020).
3. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года (с изм. на 12.05.2018 г.). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (дата обращения: 07.02.2020).
4. Итоги деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения в прошедшем году. [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--blaew.xn--plai/news/item/19445441>. (дата обращения: 03.02.2020).
5. В. Ф. Воскобоев, Г. Н. Шаповалова. Модель оценивания безопасности транспортного средства // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2016. - № 3 – С. 43-48.

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия

K. V. Tuguhsov, G. N. Shapovalova

#### TO THE QUESTION OF INFLUENCE OF QUALITY AND SAFETY OF ROAD TRANSPORT IN THE FRAMEWORK OF SOLVING THE COMPLEX PROBLEM OF REDUCING THE RISK OF AN EMERGENCY RELATED TO WITH ACCIDENTS ON THE ROADS

There is a need for mutual responsibility of society and the state to ensure the safety of the population in transport. The article deals with the problem of the impact of violation of the speed limit on the road on the death of people in an accident, the need for a comprehensive assessment of the quality of measures taken

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

## ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЖИТЕЛЯ МЕГАПОЛИСА

Дананализ ситуации на дорогах Воронежской области, определен риск быть вовлеченным в дорожно-транспортные происшествия городского жителя. Озвучены рекомендации по снижению дорожных происшествий

Мир полон опасностей. Каждый из нас осознанно и неосознанно ежедневно подвергается разного рода опасностям.

С древних времен желая обезопасить свое существование, люди объединялись в поселения, вокруг которого возводили защитную стену. Но с течением времени население увеличивалось, росла инфраструктура, появлялись многоструктурные транспортные коммуникации. Поселения превращались в города. Совершенствовались транспортные средства и увеличивалось их количество. Город стал зависимым от транспорта и терять свою безопасность для жителей.

По данным ООН в среднем по миру доля городского населения выросла до 54%. Современная городская среда давно стала опасной для жителей, совершающих ежедневные миграции из одного района города в другой. Активно перемещаясь, городские жители забывают о других участниках движения. Не воспринимают автотранспорт как источник опасности. А ведь риск погибнуть на городских улицах очень высок. Статистика говорит о масштабных потерях на дорогах, которые остаются за пределами нашего обыденного восприятия.

На сегодняшнее время на 1000 жителей Воронежа приходится 370 машин, это второе место после г. Одинцово Московской области. В советское время на 1000 жителей приходилось 120-150 автотранспортных средств. Из этих расчетов и происходила планировка жилых массивов с подъездными путями. Улицы города не выдерживают возросшей транспортной нагрузки.

Количество пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) во много раз превышает число пострадавших на всех других видах транспорта. В Российской Федерации число погибших на дорогах только за три дня превышает количество погибших на авиационном, железнодорожном, морском и речном транспорте вместе взятых в течение года [2].

Если в 2017 году на территории Воронежской области в ДТП погибло 475 человек и пострадало 3930, то в 2019 году из зарегистрированных по области 1900 ДТП число погибших сократилось до 245 человек и больше двух с половиной тысяч получили ранения.

По данным ГУМВД по Воронежской области только 21 февраля 2020 года произошло 121 ДТП. За сутки 22 февраля зарегистрировано 85 дорожных происшествий, из них в областном центре – 66, на федеральных трассах – 1, в районах области – 18. С начала года на дорогах Воронежской области было зарегистрировано 880 дорожно-транспортных происшествий, в результате которых погибли 130 человек, 1097 получили ранения. Тема дорожных происшествий на сегодняшний момент очень актуальна и важна. Каждый день мы видим на дорогах последствия разного рода аварий. Среди самых распространенных причин ДТП являются: несоблюдение правил дорожного движения как водителями, так и пешеходами, выезд на встречную полосу движения, вождение транспорта в нетрезвом состоянии, плохое состояние дорожного покрытия, не благоприятные погодные условия, особенно в зимний период, когда из-за гололеда происходят столкновения, и случаются серьезные заносы в кюветы [7].

Отдельно следует отметить общую культуру вождения, отвлекающие внешние факторы такие как разговоры по телефону. Свою лепту вносит поведение пешеходов, пересекающих улицу в неподложенных местах.

На территории Воронежской области разработан и утвержден паспорт регионально проекта «Безопасность дорожного движения». Срок его реализации с 2019 по 2024 годы. Цель— снизить смертность в результате ДТП .

Начальник управления прокуратуры области по надзору за уголовно-процессуальной и оперативно-розыскной деятельностью Дмитриев А. обозначил районы Воронежской области, в которых аварийность значительно выросла в 2019 году: Грибановский, Богучарский, Новохоперский и Россосанский. Прокурор отметил, что аварийность в этих районах повысилась не только по вине водителей, но и из-за не надлежащего качества дорожного полотна. Однако местные власти Верхнемамонского, Острогожского, Новоусманского, Семилукского районов недорабатывают в этом вопросе [5]. Прокуратура отметила, что за прошедшие 2018 и 2019 годы были вскрыты более двух тысяч четыреста нарушений законодательства в сфере обеспечения безопасности дорожного движения. Представители надзорных органов вынесли более трехсот представлений для устранения выявленных нарушений; было объявлено о недопустимости нарушений законодательства одиннадцать предостережений; сорок пять чиновников были привлечены к административной ответственности и более четырехсот человек – к дисциплинарной. В год на дорогах гибнет свыше тридцати тысяч человек, а более двухсот получают травмы разной степени тяжести. В этом году заканчивается Десятилетие действий по обеспечению безопасности дорожного движения провозглашенное в 2011 году Генеральной Ассамблей Организации Объединенных Наций.

В течение первого квартала 2020 года будет представлен окончательный вариант проекта новой транспортной сети города. Изменение городских маршрутов будет плавно происходить в период 2020 – 2021 годов. До 76,33 увеличится количество маршрутов, 33 маршрута ликвидируют. Для сокращения транспортного потока будут введены маршрутки большой вместимости [3].

Воронеж – один из крупнейших административных городов центрального Черноземья. Обнародованы предварительные данные Воронежстата о численности населения Воронежской области на 01.01.2020 г. Всего по области зарегистрировано 2323657 человек. В 2019 году численность составляла 2327831 человек. В городском округе Воронежа 1057431 жителей, в 2019 году проживало 1054111 жителей. В целом население региона сократилось за год на 4 тысячи 174 человека. Отрицательный рост отмечался повсеместно, за исключением Воронежа, Новоусманского, Рамонского и Семилукского районов. Управляющим властным структурам удаётся поддерживать численность населения в области за счет увеличения миграционного потока. Так в 2013 году на территории области был зарегистрирован прирост мигрантов, который составил 9857 человек. В первом квартале 2019 года на учете миграционной службы уже было зарегистрировано 45,5 тысяч граждан иностранных государств. Но число нелегальных миграционных потоков тоже растет. Как правило эта категория граждан приезжает к нам из стран ближнего зарубежья (Украина – приходится четверть приезжих) и стран СНГ (Таджикистан – 9 %, Узбекистан и Армения – 6 %) которые крайне плохо или совсем не владеют русским языком, не знают правил дорожного движения и попадают в группу риска ДТП или провоцируют аварийные ситуации на дорогах. [10]

По данным Воронежстата население города в 2019 году составляло 1 054 111 человек. Число пострадавших в ДТП за год по городу 1 900, риск гибели составляет 0,000180246655.

$$R = 1900 / 1054111 = 0,000180246655$$

Согласно концепции приемлемого (допустимого риска), количественно приемлемый риск гибели в большинстве стран равен 10-6.

Проанализировав ситуации на дорогах можно выделить факторы, влияющие на травматизм на дорогах это -масштаб города увеличивающий риск для каждого жителя, трудности в прогнозировании потенциального количества пострадавших, политика муниципальных властей в вопросе обеспечения безопасности, низкий уровень культуры на дорогах.

Не смотря на проводимые мероприятия количество аварий неизменно увеличивается. В результате аварий смертность скоро встанет в один ряд с количеством жертв от стихийных бедствий.

#### Литература

1. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения. / В.И. Коноплянко. — М.: Высшая школа, 2007. — 383 с.
2. Мое. Воронеж. — Электрон. дан. — Режим доступа: <https://moe-online.ru/news/control/364019>.
3. Рамблер. ДТП. — Электрон. дан. — Режим доступа: [https://auto.rambler.ru/roadaccidents/42303352/?utm\\_content=rauto&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=bognal-moskvu-po-kolichestvu-avtomobiley-835082](https://auto.rambler.ru/roadaccidents/42303352/?utm_content=rauto&utm_medium=read_more&utm_source=bognal-moskvu-po-kolichestvu-avtomobiley-835082).
4. Горев А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — М.: ИЦ Академия, 2009. — 256 с.
5. Блокнот. Воронеж. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://bloknot-voronezh.ru/news/voronezh-obognal-moskvu-po-kolichestvu-avtomobiley-835082>
6. Губанов В. М. Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них/ В. М. Губанов, Л. А. Михайлов, В. П. Соломин.—М.: Дрофа, 2007. —288 с.
7. Вести Воронеж [Электронный ресурс] <https://vestivrn.ru/news/2019/10/24/stalo-izvestno-skolko-chelovek-pogibli-v-voronezhskikh-dtp-v-2019-godu/> (дата обращения 22.02.2020)
8. 2017Коммерсант Черноземье Воронеж от 29.03.2018[электронный ресурс] <https://www.kommersant.ru/doc/3587395> (дата обращения 28.02.2020)
9. Вести Воронеж от 24.10. 2019 [Электронный ресурс] <https://vestivrn.ru/news/2019/10/24/stalo-izvestno-skolko-chelovek-pogibli-v-voronezhskikh-dtp-v-2019-godu/> (дата обращения 28.02.2020)
10. Полухина Е. В Воронежской области увеличилось количество нелегальных мигрантов // Новости от 03.06.2019 [Электронный ресурс] <https://riavrn.ru/news/v-voronezhskoy-oblasti-vyroslo-kolichestvo-nelegalnykh-migrantov/> (дата обращения 01.03.2020)

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил

«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»,  
г. Воронеж, Россия

L. N. Zvyagina, O. I. Marar, V. D. Vinokurov

## ROAD TRAFFIC ACCIDENTS AS A RISK FACTOR FOR A RESIDENT OF A MEGAPOLIS

The analysis of the situation on the roads of the Voronezh region is given, the risk of being involved in traffic accidents of an urban resident is determined. Recommendations for reducing road accidents were announced

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>The Russian Presidential Academy of National Economy and Administration Voronezh branch, Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ  
СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ МОНГОЛИИ  
В ПРОЦЕССЕ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ**

Монгольские железные дороги модернизируются согласно государственных планов. Важное значение должно уделяться вопросам безопасности. Большую ценность имеет российский опыт формирования системы железнодорожной безопасности. Многократное увеличение количества железнодорожных работников требует совершенствования системы профессиональной подготовки

Модернизация монгольского железнодорожного транспорта осуществляется согласно «Долгосрочной программы модернизации и развития Улан-Баторской железной дороги до 2030 года» [1]. Вместо основной трассы Трансмонгольской железной дороги, протяженностью в 1110 км (общая длина – 1815 км), новая железнодорожная сеть должна составить 6600 км [8]. В этом случае Монголия по длине эксплуатируемых железных дорог перейдет с 74-го на 29-е место в мире (рисунок).



К 2020 году, по трем вариантам программы развития Улан-Баторской железной дороги (УБЖД), пессимистичному, реалистическому и оптимистическому, сделан вывод о реальности осуществления максимального «оптимистического» железнодорожного варианта.

По первому этапу монгольского железнодорожного строительства активно осуществляются работы на участках «Эрдэнэт – Овоот», «Баянтуэмэн – Эрээнцав» и «Зуунбаян – Ханги», новой линии «Баянтуэмэн (Чойбалсан) - Хоот - Баруун-урт - Сайншанд - Дзунбаян - Цагансуврага - Таван Толгой - Даландзадгад» [5]. Отмечен уверенный рост величины объема перевозок, выражавшихся в ежегодном повышении тоннажа перевозимых грузов и частоты движения поездов, роста доходов из-за увеличения перевозок дополнительных объемов грузов и расширения освоения перспективных монгольских месторождений полезных ископаемых [2].

Деятельностью, параллельной модернизации новой железнодорожной инфраструктуры и обеспечению подвижным составом, является формирование новой системы безопасности модернизуемых железных дорог Монголии, рассмотренное Федотовым С. Б. [6].

Сложность такого процесса выражается в наличии проблемы отсутствия статистических данных о происшествиях в новых элементах железнодорожной сети Монголии. Выход из данной ситуации заключается в возможности использования современной российской практики организации безопасности и охраны труда на железных дорогах, применительно к УБЖД [3]. Обеспечивают объективность такого подхода следующие факторы:

сходство с монгольскими географико-климатических условий расположения многих участков российских железных дорог – в Забайкалье, Восточной Сибири, Дальнем Востоке, Северокавказском регионе;

одинаковая ширина железнодорожной колеи – 1520 мм;

сходные характеристики подвижного состава – тяговый, вагоны, цистерны;

функционированиемонголо-российского совместного акционерного общества «Улаанбаатарская железная дорога» (АО УБЖД), со взаимным владением – по 50 процентам уставного капитала;

широкое взаимодействие по подготовке железнодорожных кадров с высшим образованием;

широкое сотрудничество по вопросам обеспечения безопасности перевозочного процесса, работы восстановительных и пожарных поездов;

совместное планирование межгосударственного взаимодействия структурных подразделений МЧС России и Государственного агентства по чрезвычайным ситуациям Монголии (ГАЧС Монголии) по вопросам реагирования на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, включая объекты железнодорожного транспорта.

Сюда необходимо добавить современный анализ работы ранее входивших в железнодорожную сеть СССР железных дорог Казахстана и Узбекистана, имеющих сейчас схожие с монгольскими участки пути в горах, степных и пустынных районах.

В модернизации существующей железнодорожной сети Монголии желаю принять участие многие иностранные фирмы из Азии, Европы и Америки, но, очевидно, сохранится традиционное монгольско-российское сотрудничество [7]. Оно должно принять новый масштаб, включая вопросы безопасности.

Если рассматривать модернизацию, в простой пропорции, то прогнозируемое расширение можно выразить в соотношении 1 : 4. Исходя из этого, общая цифровая характеристика новой УБЖД будет следующая:

1) протяженность всех железных дорог Монголии – с 1815 км до 6600 км;

2) парк подвижного состава:

локомотивов - с 59 до 240;

грузовых вагонов – с 2569 до 10280;

пассажирские вагоны дальнего следования – с 261 до 1040;

3) численность железнодорожных работников – с 15940 до 63760 человек.

В отношении организации мероприятий обеспечения безопасности модернизированной железной дороги Монголии, по мнению автора, нельзя считать, что такая пропорциональность будет справедлива для количества нарушений перевозочного процесса и травматизма. Но, очевидно, что такая организация мероприятий должна соответствовать основным современным принципам безопасности железнодорожного транспорта:

регулирования законодательством Монголии;

непрерывности обеспечения безопасности подвижного состава, инфраструктуры, объектов, не входящих в железнодорожную инфраструктуру (зданий, строений, сооружений), но расположенных в границах зон этой инфраструктуры;

обязательности обеспечения безопасности людей, находящихся на транспортных средствах и объектах железнодорожной инфраструктуры;

интегрированности в международные системы безопасности;

взаимодействия систем обеспечения безопасности УБЖД с системами обеспечения безопасности аймаков и сомонов, ГАЧС Монголии и других ведомств;

обеспечения требованиям антитеррористической защищенности и обороны страны.

Статистика ОАО «Российские железные дороги» («РЖД») за последние годы, позволяет предсказать, что основные современные опасности на интенсивно эксплуатируемых железных дорогах происходят из-за схода подвижного состава. Сезонная динамика этих происшествий представлена в таблице 1.

Таблица 1

Количество сходов подвижного состава на железных дорогах СНГ по месяцам 2019 г.

Наименование железной дороги	Месяцы											
	янв.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Северо-Кавказская		1									2	
Красноярская					1		1					1
Забайкальская					1	3	1		2	2		
Восточно-Сибирская	1				1	1	1	1	1	1		
Дальневосточная	2					2			1		2	
Казахстанская	1	1		1	1		1			4	3	
Узбекистанская		1										

Статистические данные о сходах поездов в различное время суток за 2019 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2

Количество сходов подвижного состава РЖД по времени суток в 2019 г.

Наименование железной дороги	Время суток	
	день	ночь
1	2	3
Северо-Кавказская	1	1
Красноярская		2
Забайкальская	5	4
Восточно-Сибирская	6	2
Дальневосточная	6	1

Сведения из представленных таблиц могут быть полезными при выборе технических решений в сфере безопасности железнодорожного транспорта Монголии в его новом облике, выборе моделей и методов организации будущей профилактической работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций и прогнозированию масштабов работы по недопущению травматизма и гибели людей на монгольском железнодорожном транспорте. Интересными являются табличные данные о том, что в ближайших от Монголии регионах России сходы подвижного состава более всего зафиксированы в период с мая по октябрь, а по времени суток – ночью.

Это накладывает отпечаток на процесс подготовки новых железнодорожных кадров, которые должны быть готовы правильно действовать в чрезвычайных ситуациях,

возникающих в горах Монгольского Алтая и пустыни Гоби, при наводнениях и степных пожарах и особенно в ночное время суток.

В связи с прогнозированием увеличением численности работников УБЖД, более чем на 45 тысяч человек, особо остро должен оцениваться вопрос обучения вновь принятых на работу железнодорожников [4].

Обязательными в профессиональном обучении должны стать вопросы предупреждения:

1) аварий и крушений на железнодорожных сетях УБЖД;

2) пожаров на подвижном составе и инфраструктуре;

3) дорожно-транспортных происшествий на переездах и в учреждениях УБЖД;

4) негативного влияния чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

5) травмирования работников УБЖД по причине:

наезда подвижного состава;

поражения электрическим током;

падения с движущегося подвижного состава;

падения с высоких объектов железнодорожной инфраструктуры;

взрывов и распространения (течки) перевозимых опасных веществ;

воздействия экстремальных температур и др.

Для этого должны быть качественным формирование компетенций:

организации и контроля за производством работ;

точного соблюдения требований технологического процесса;

недопущения нарушений трудовой и производственной дисциплины;

недопущения эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования, подвижного состава;

соблюдения требований правил дорожного движения;

обучения работников безопасным приемам труда, содержанию рабочих мест, применению средств коллективной и индивидуальной защиты;

создания пешеходных мостов, тоннелей, переходов (вокзальных, станционных, перегонных и совмещенных с автомобильными переездами);

содержания устройств, обеспечивающих безопасное нахождение граждан в зоне движения поездов.

Обучение должно включать формирование умений:

идентификации опасностей на рабочих местах в новых участках УБЖД, прогнозирование ситуаций, которые могут привести к травмам при производстве работ или профессиональных заболеваний железнодорожников, связанных с характером выполняемой работы;

разработки мероприятий недопущения непроизводственного травматизма при нахождении людей и размещения объектов в зонах выполнения опасных железнодорожных работ, проезда и перехода через железнодорожные пути.

По мере введения в эксплуатацию каждого нового участка пути в УБЖД должен осуществляться учет случаев травмирования граждан, который следует ввести в документах УБЖД как порядок расследования, учета и анализа несчастных случаев с гражданами.

#### Литература

1. АО «Улан-Баторская железная дорога» в 2019 году может установить рекорд по объему перевозок [Электронный ресурс] //Сайт пресс-службы ОАО «РЖД». - URL: [https://press.rzd.ru/news/public/tu?STRUCTURE\\_ID=654&layer\\_id=4069&refererLayerId=3307&id=94698](https://press.rzd.ru/news/public/tu?STRUCTURE_ID=654&layer_id=4069&refererLayerId=3307&id=94698) (дата обращения: 8.03.2020).

2. Гармонизация планов [Электронный ресурс] //Сайт АО «Спецэнерготранс». - URL: <http://www.gudok.ru/1520/newspaper/detail.php?ID=1390760>(дата обращения: 8.03.2020).

3. Задорожный М. УБЖД — территория транзита. Монголия просит у России 100 миллиардов рублей для нужд... ОАО «Российские железные дороги» [Электронный ресурс] / Михаил Задорожный // Сайт «GUDOK.RU» Издательского дома «Гудок». - URL:<https://vgudok.com/lenta/ubzhd-territoriya-tranzita-mongoliya-prosit-u-rossii-100-milliardov-rublej-dlya-nuzhd-oao>(дата обращения: 8.08.2020).

4. Краткий отчет о подборе кадров к 2019 году [Электронный ресурс] //Сайт «УБТЗ ХНН» - URL: <https://ubtz.mn/details/1763>(дата обращения: 8.03.2020).

5. Прокуратура Н. Монголия бьёт рекорды. Долгосрочная программа развития АО «Улан-Баторская железная дорога» принесла быстрые результаты [Электронный ресурс] / Надежда Прокуратура // Сайт «GUDOK.RU» Издательского дома «Гудок» / Выпуск № 231 (26840) 16.12.2019. - URL:<https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1487967&archive=2019.12.16>(дата обращения: 8.03.2020).

6. Федотов С.Б. Важность учета полного состава сил систем обеспечения пожарной безопасности железных дорог [Текст] / С.Б.Федотов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сб. ст. по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с междунар. уч. 27 сент. 2018 г. / Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России – Воронеж, 2018. – С. 948-950.

7. «УБТЗ-2030» ФОРУМ АМЖИЛТТАЙ БОЛЖ ӨНДӨРЛӨЛӨӨ [Электронный ресурс] //Сайт «УБТЗ ХНН» - URL: <https://ubtz.mn/details/1415>(дата обращения: 8.03.2020).

8/ Шинэ төмөр зам төсөл [Электронный ресурс] // Официальный сайт УБЖД «Монголын төмөр зам». - URL:<http://www.mtz.mn/content/17>(дата обращения: 8.03.2020).

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия

E. Gantumur

## THE MAIN DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE SECURITY SYSTEM OF THE RAILWAYS OF MONGOLIA IN THE PROCESS OF MODERNIZATION

Mongolian Railways are being upgraded according to state plans. Important attention should be paid to security issues. Russian experience in developing a railway safety system is of great value. A multiple increase in the number of railway employees requires improving the system of professional training

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

## **5. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ СЛОЖНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ**

УДК 625.085: [614.841.2+504.5]

Ю. В. Федорова, Т. В. Загоруйко, В. М. Лосев, С. Н. Букша

### **ОЦЕНКА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Рассмотрен вопрос с разгерметизацией автоцистерны при перевозке вредных химических веществ. Произведена оценка последствий чрезвычайной ситуации с оценкой зон заражения участков автомагистралей, рекомендован комплексный подход для снижения аварийных ситуаций на проектируемых объектах

Опасные техносферные явления, аварии и природные катаклизмы могут приводить к значительным людским потерям, наносить ущерб здоровью и экологии. Поэтому для снижения тяжести последствий аварий на проектируемых потенциально взрывопожарным объектах транспортного назначения (автомагистралей, заправочных пунктов, газо- и нефтепроводов, располагающимся в придорожной зоне) необходимы комплексные заблаговременные решения связанные с максимально возможным уменьшением риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые разрабатываются в Плане действий по предупреждению и ликвидации ЧС на объектах строительства [1, 4].

Территории проектируемых транспортных объектов подвержены зональному химическому заражению с поражающими концентрациями. Наиболее вероятными аварийными ситуациями, вызывающими действие поражающих факторов, являются аварийные разгерметизации автоцистерн при перевозке автотранспортом аммиака под давлением, а также сжиженного хлора или концентрированной серной кислоты.

В большинстве случаев причинами пожаров могут являться разгерметизация трубопроводов, возникновение искр при соударении друг с другом фрагментов трубы, либо при ударах о трубу «выдуваемых» высокоскоростными струями каменистых включений грунта.

Так же допускается неконтролируемое высвобождение запасенной на автомобильных заправочных станций (АЗС) химической (бензин, ГСМ), механической (эксплуатация машин и механизмов) и кинетической (движение автомобилей и техники) энергий.

Несмотря на предпринимаемые меры в области безопасности (многие взрывоопасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них оценивается величиной порядка  $10^7\ldots10^6$  степени), полностью исключить возникновения аварий практически невозможно.

Рассмотрим один из вариантов развития аварийной ситуации на примере пролива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) автоцистерны (бензовоза). Анализ сведений об известных авариях с ЛВЖ позволяет отметить некоторые закономерности их возникновения.

Степень заражения в подобном случае будет зависеть от направления приземного ветра, скорости, глубины распространения зараженного воздуха, количества (объема) вредных выбросов.

Розлив химически вредных веществ сопровождается формированием зон розлива аммиака или хлора на поверхности сооружения и близлежащих территориях, а также образованием зон высоко опасных их концентраций в атмосфере. Оценка последствий подобных ЧС учитывается поэтапно с учетом прогнозирования территорий заражения и уровнем негативного воздействий [1].

1. Первый этап – уточняются следующие параметры:

1.1. Количество выбросов опасного химического вещества (ОХВ)  $Q_o$ , рассчитываемое как содержание ОХВ в наибольшей по объему емкости (складской, транспортной и т. д.) [2];

1.2. Метеорологические характеристики, при этом принимаются инверсия и скорость ветра 1 м/с.

В расчетах допущено, что ОХВ свободно разливается по подстилающей поверхности и имеет по всей ее площади приблизительную толщину жидкостного слоя 0,05 м.

2. Второй этап – рассчитываются характеристики, отражающие количество выброса ОХВ при определении зон, подверженных химическому заражению. Оценка результатов осуществляется по их соответствующим значениям для первичного и вторичного облака:

2.1. Определяется количество вещества по первичному облаку ОХВ, в тоннах:

$$O_{\Delta} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (1)$$

где  $K_1$  – показатель, определяющийся особенностями при складировании ОХВ;  $K_3$  – показатель, приравненный к пороговой токсодозы иного ОХВ;  $K_5$  – показатель, характеризующий уровень устойчивости воздуха;  $K_7$  – показатель, связанный с влиянием температуры воздуха;  $Q_0$  – количество выделенного при аварии ОХВ, т.

Следует учитывать, что первичное облако ОХВ формируется при очень малом временном интервале, равного 1-3 минуты, за счет перехода в атмосферный слой определенного объема автоцистерны с ОХВ при ее разгерметизации. К пороговой токсической дозе следует относить такую дозу, которая вызывает первичные воздействующие ингаляционные симптомы. Оценка вторичного облака ОХВ производится по количеству испарившегося с подстилающей поверхности разлившейся жидкости [2].

2.2. Определяется количество вещества по вторичному облаку ОХВ, в тоннах:

$$Q_{\Theta 2} = (1 + K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot h \cdot a, \quad (2)$$

где  $K_3$  – показатель, определяющийся по физико-химическим показателям ОХВ;  $K_4$  – показатель, зависящий от скорости ветра;  $K_6$  – показатель, рассчитывающийся от времени наступления ЧС;  $h$  – толщина разлившегося слоя ОХВ, м;  $a$  – плотность, т/м<sup>3</sup>.

3. Третий этап – производится оценка глубины распространения предполагаемого заражения первичным или вторичным облаком ОХВ при аварийных ситуациях в хранилищах и объектах транспортного назначения, представляющих стратегический интерес. Расчет проводится в соответствии с Методикой [1].

4. Четвертый этап – оценивается участок заражения:

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma \cdot \varphi, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь заражения ОХВ, км<sup>2</sup>;  $\Gamma$  – глубина участка заражения, км;  $\varphi$  – угловые размеры участка заражения, град.

5. В завершении рассчитывается время распространения зараженного ОХВ атмосферного воздуха к рассматриваемому объекту, которое определяется скоростью переноса облака воздушными массами и может быть определено:

$$T = \frac{X}{V}, \quad (4)$$

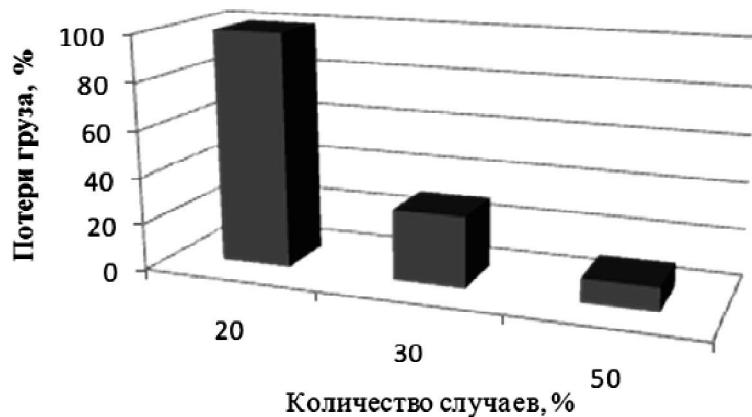
где  $T$  – время подхода, ч;  $X$  – расстояние от источника заражения до зараженного объекта, км;  $V$  – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч.

В расчетах обычно рассматривается самый неблагоприятный вариант, когда ветровая нагрузка распространяется от очага чрезвычайной ситуации в сторону рассматриваемого объекта. Температура воздуха принята +20°C.

Зоны действия основных поражающих факторов при аварийной разгерметизации автоцистерн рассчитаны для следующих условий:

- емкость автоцистерны 12 т;
- разгерметизация единичной автоцистерны со свободным разливом;
- уровень заполнения аварийной емкости до 85 %.

По статистическим данным распределение утечек груза при аварийных ситуациях на автотранспорте представлено на рисунке.



Распределение утечек груза при аварийных ситуациях на автотранспорте

В результате расчета были получены характеристики зон заражения автомагистралей – при утечках сжиженного аммиака и сжиженного хлора в тоннах, представленные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики зон заражения при выбросе сжиженного аммиака

Параметры	Глубина, км	Площадь, км <sup>2</sup>
Первичное облако	0,709	1,58
Вторичное облако	4,168	54,54
Полная	4,522	
Продолжительность поражающего действия, час	1,362	
Время подхода зараженного воздуха (инверсия, скорость ветра 1 м/сек), час	0,003-0,08	

Таблица 2

Характеристики зон заражения при выбросе сжиженного хлора

Параметры	Глубина, км	Площадь, км <sup>2</sup>
Первичное облако	1,1	3,80
Вторичное облако	2,065	13,39
Полная	2,615	
Продолжительность поражающего действия, час	1,527	
Время подхода зараженного воздуха (инверсия, скорость ветра 1 м/сек), час	0,003-0,08	

В наихудшем варианте все участники движения объектов транспортного назначения попадают в зону действия поражающих факторов ЧС, вызванной аварийной ситуацией на автотранспорте. Поэтому для сохранения здоровья и жизни людей необходима герметизация помещений, наличие индивидуальных защитных средств, возможность их эвакуации в имеющиеся защитные сооружения или безопасные районы. Конкретные маршруты и места эвакуации заранее предусматриваются в Плане действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

При проектировании любого объекта транспортного назначения неотъемлемой частью проектных работ является разработка инженерно-технической документации по предупреждению ЧС.

Безопасность проектируемых объектов решается комплексом противопожарных мероприятий, выполненных в соответствии с требованиями нормативных документов. Проектные и конструкторские решения направлены на предупреждение пожара и взрыва, а также на создание условий, обеспечивающих успешное тушение пожара, эвакуацию людей и материальных ценностей с территории объекта [3]. При этом решаются все вопросы, связанные с охраной окружающей среды, снижением материального ущерба от ЧС, загрязнения придорожной территории [4]. Учет данных мероприятий позволяет оценивать опасность, возникающую вследствие осуществления военных действий или диверсий.

Так как участки объектов транспортного назначения, как автомагистрали, не относятся к категорированным объектам по гражданской обороне (ГО), которые должны обеспечить жизнедеятельность городов и объектов особой важности в военное время, то численность обслуживающего персонала таких объектов для этих целей не определяется.

Порядок эксплуатации дорог Федерального значения в военное время определен планом МЧС России и планом Главного управления по делам ГОЧС соответствующей области.

#### Литература

1. Методика оценки последствий аварий на пожароизрывоопасных объектах. М.: ВНИИ ГОЧС, 1994 г.  
Дата актуализации 01.01.2019 г.
2. ГОСТ Р 22.0.02 - 2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».
3. СП 11-112-2001 Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» градостроительной документации для территорий городских и сельских поселений, других муниципальных образований. Дата актуализации 01.01.2019 г., М.: МЧС РФ (2001 г.).
4. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ « Об охране окружающей среды».

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» г. Воронеж, Россия

Yu. V. Fedorova, T. V. Zagoruiko, V. M. Losev, S. N. Buksha

#### ASSESSMENT OF EMERGENCY SITUATIONS AT TRANSPORT FACILITIES

The issue of depressurization of a tanker during transportation of harmful chemicals is considered. The estimation of consequences of emergency situation with the assessment of the infected areas areas of highways, recommended a comprehensive approach to reduce accidents on design sites

Military Training and Research Center of the Air Force  
"Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin ", Voronezh, Russia

А. А. Леденев, Т. В. Загоруйко, Д. Е. Барабаш, В. Т. Перцев

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

В статье представлены результаты комплексной оценки пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций многофункционального здания. Полученные, с использованием различных расчетных методов, показатели огнестойкости конструкций позволяют комплексно подойти к проведению анализа конструктивных решений зданий и сооружений в части их соответствия требованиям пожарной безопасности.

Обеспечение огнестойкости и устойчивости зданий и сооружений при воздействии опасных факторов пожара является важным элементом системы противопожарной защиты. Для проведения анализа конструктивных решений зданий и сооружений с целью определения их соответствия требованиям пожарной безопасности необходимой задачей является оценка огнестойкости строительных конструкций и сравнение фактических показателей с требуемыми нормативными значениями.

На современном этапе преобладающей тенденцией в строительной отрасли является возвведение крупных торгово-офисных комплексов, многофункциональных зданий, включающих жилые, общественные и производственные помещения. Кроме того, особенностью строительства зданий является повышение этажности и протяженности путей эвакуации, применение большепролетных конструкций из сборного и монолитного железобетона.

Для строительных конструкций сложных и ответственных зданий и сооружений предъявляются повышенные требования к показателям пожарной опасности и огнестойкости. В частности, согласно [1, 2] для многофункциональных высотных зданий и сооружений, а также зданий-комплексов выделяют особую степень огнестойкости. В данных зданиях высотой более 100 м для основных несущих конструкций (колонн, ригелей, арок, связей), плит перекрытий, конструкций лестничных клеток, а также противопожарных стен и перекрытий предел огнестойкости устанавливается, как правило, не менее 240 минут [1, 2].

В соответствии с требованиями статьи 87 [3] оценку показателей огнестойкости конструкций необходимо проводить при испытаниях в стандартных огневых условиях. Однако, допускается определять показатели огнестойкости конструкций расчетно-аналитическими методами, которые получили широкое применение при проверке соответствия конструкций требованиям нормативно-технической документации по пожарной безопасности [3 – 5].

При оценке огнестойкости зданий и сооружений с железобетонным каркасом из сборных и монолитных конструкций используется нормативно-техническая документация и программное обеспечение, в которых реализуются различные подходы к определению пределов огнестойкости [1, 2, 6 – 9]. Выбор метода расчетной оценки огнестойкости осуществляется на основании анализа конструктивных решений зданий и сооружений с учетом различных факторов, определяющих поведение железобетонных конструкций при пожаре.

В данной работе представлены результаты комплексной оценки показателей огнестойкости железобетонных строительных конструкций многофункционального жилого здания со встроенно-пристроенными торговыми помещениями и подземной автостоянкой. Проанализированы конструктивные и объемно-планировочные решения, определены требуемая степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания. Краткая характеристика рассматриваемого здания представлена в табл. 1.

Таблица 1  
Характеристика рассматриваемого здания и помещений по этажам

№ п/п	Характеристика здания, этажа	Описание
1	класс функциональной пожарной опасности здания	Ф1.3 – многоквартирные жилые дома, ст. 32 ФЗ № 123
2	этажность здания	18 этажей надземных, 2 этажа подземных
3	высота здания	53,4 м
4	общая площадь здания	23040 м <sup>2</sup>
5	подземные этажи	- помещения для стоянки автомобилей класс, функциональной пожарной опасности Ф 5.2, ст. 32 ФЗ № 123; - вспомогательные помещения, лифтовый холл и др.
6	первый этаж	помещения торгово-офисного назначения, класс функциональной пожарной опасности Ф 3.1, ст. 32 ФЗ № 123
7	чердачный этаж	технические помещения
8	требуемая степень огнестойкости здания	I
9	требуемый класс конструктивной пожарной опасности	C0

При анализе проектной документации на строительство рассматриваемого здания определена конструктивная система здания – каркасная, выделены несущие конструкции, определяющие устойчивость при пожаре. Для более точной оценки показателей огнестойкости и сравнения полученных данных, расчет проводили комплексно с использованием двух методов, изложенных в работах [2, 7].

Был осуществлен расчет железобетонных колонн и плит перекрытия между разными функциональными зонами. Согласно требованиям [10] плиты перекрытия, выполняющие функцию противопожарной преграды между подземной автостоянкой и первым этажом с торговыми-офисными помещениями, должны обладать пределом огнестойкости не менее 150 минут. Основные нормативные и расчетные параметры строительных материалов конструкций, геометрические размеры и другие особенности были приняты как для типовых серийно-выпускаемых конструкций. Обобщенные данные результатов оценки параметров огнестойкости строительных конструкций рассматриваемого здания приведены в таблице 2.

В ходе комплексной оценки показателей огнестойкости установлено, что конструкциями не соответствующими требованиям пожарной безопасности являются железобетонные плиты перекрытия между автостоянкой и общественными помещениями (табл. 2). Для доведения пределов огнестойкости данных строительных конструкций до требуемых нормативных значений необходимо разработать дополнительные противопожарные мероприятия по повышению огнестойкости и обеспечению устойчивости здания при пожаре.

Таблица 2

## Показатели огнестойкости строительных конструкций рассматриваемого здания

№ п/п	Вид конструкции	Требуемый предел огнестойкости	Фактический предел огнестойкости по расчету		Вывод о соответствии
			по методике [2]	по методике [7]	
1	Железобетонные колонны	R 120	более R 120	R 120	соответствует
2	Железобетонные плиты перекрытия между автостоянкой и общественными помещениями	REI 150	менее REI 150	REI 65	не соответствует
3	Железобетонные плиты перекрытия между общественными и жилыми помещениями	REI 60	более REI 60	REI 65	соответствует
4	Железобетонные плиты перекрытия жилой части здания	REI 60	более REI 60	REI 65	соответствует

Таким образом, полученные данные оценки пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций с использованием различных расчетных методов позволяют комплексно подойти к проведению анализа конструктивных решений зданий и сооружений в части их соответствия требованиям пожарной безопасности.

## Литература

- Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций СТО 36554501-006-2006. Москва, 2006.
- Пособие по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций из тяжелого бетона к СТО 36554501-006-2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций». Москва, 2008.
- Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».
- ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции».
- Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. 382 с.
- Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. М.: Стройиздат, 1986. 40 с.
- Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и группам возгораемости материалов (к СНиП II-2-80) / ЦНИИСК им. Кучеренко. М.: Стройиздат. 1985. 56 с.
- Справочник по огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций, пожарной опасности строительных материалов и огнестойкости инженерного оборудования зданий (В помощь инспектору Государственной противопожарной службы). Москва: 1999. 62 с.
- СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, г. Воронеж, Россия  
Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

A. A. Ledenev, T. V. Zagoruiko, D. E. Barabash, V. T. Pertsev

## COMPLEX ESTIMATION OF FIRE RESISTANCE OF BUILDING CONSTRUCTIONS OF MULTIPURPOSE BUILDINGS

In article results of a complex estimation of limits of fire resistance of ferro-concrete building constructions of a multifunctional building are presented. Received with use various settlement methods indicators of fire resistance of constructions allow to approach in a complex to carrying out of the analysis of constructive decisions of buildings and constructions regarding their conformity to requirements of fire safety

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky  
and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia  
Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 614.835.2

О. Н. Кузнецова, Д. П. Клюкин

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМАХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье представлены причины самовозгорания пирофорных отложений в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов. Определены условия при которых происходит процесс самовозгорания. Предложен новый пассивирующий агент, который позволяет повысить температуру самовозгорания

На сегодняшний день в нефтегазовой промышленности существует очень актуальная тема – это снижение пожарной опасности в резервуарах для хранения или транспортировки нефти и нефтепродуктов. Учеными ведутся разработки по снижению пожарной опасности в данном направлении, которые позволили снизить количество нештатных ситуаций, однако аварии все-таки случаются. Проводя анализ чрезвычайных ситуаций можно выделить основные причины, в результате которых возникают пожары:

разгерметизация резервуаров, за счет изменения давления, за счет влияния повышенных или пониженных температур, за счет коррозии разной природы;

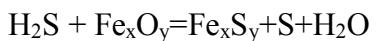
нарушение технологического режима при подготовке резервуаров к ремонту, так как при вскрытии происходит взаимодействие компонентов его содержимого с кислородом и в результате чего, образуется зажигательная смесь;

выполнение ремонтных работ с использованием открытого пламени при сварке, выделении тепла при резке механического инструмента возникают дополнительные источники зажигания;

самовозгорание пирофорных материалов, которые образуются после освобождения технологических аппаратов от перерабатываемого продукта нефтеперерабатывающей промышленности.

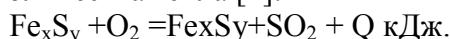
В основном все аварии, которые были проанализированы, случились либо при ремонте резервуаров для хранения высокосернистой нефти, либо произошло возгорание на отвалах пирофорных материалов после зачистки их. Причины пожаров – это самовозгорание пирофорных отложений, при взаимодействии с кислородом.

Пирофорные отложения – это активные сульфиды железа  $FeS_2$ ,  $Fe_2S$ ,  $FeS$  которые накапливаются на стенах технологических резервуаров. Они образуются при взаимодействии сероводорода, содержащегося в нефти и с продуктами коррозии металла без доступа кислорода:



Ранее учеными было установлено, что отложения имеют пористую структуру и являются продуктами сероводородной коррозии, которые включают в себя мелкодисперсные

сульфиды железа  $\text{Fe}_x\text{S}_y$ , органические смолистые вещества, насыщенные тяжелыми асфальтенами и парафинами и механические примеси. В результате такого строения и состава пирофторные отложения способны к бурному окислению при контакте с кислородом воздуха с выделением большого количества тепла [1]:

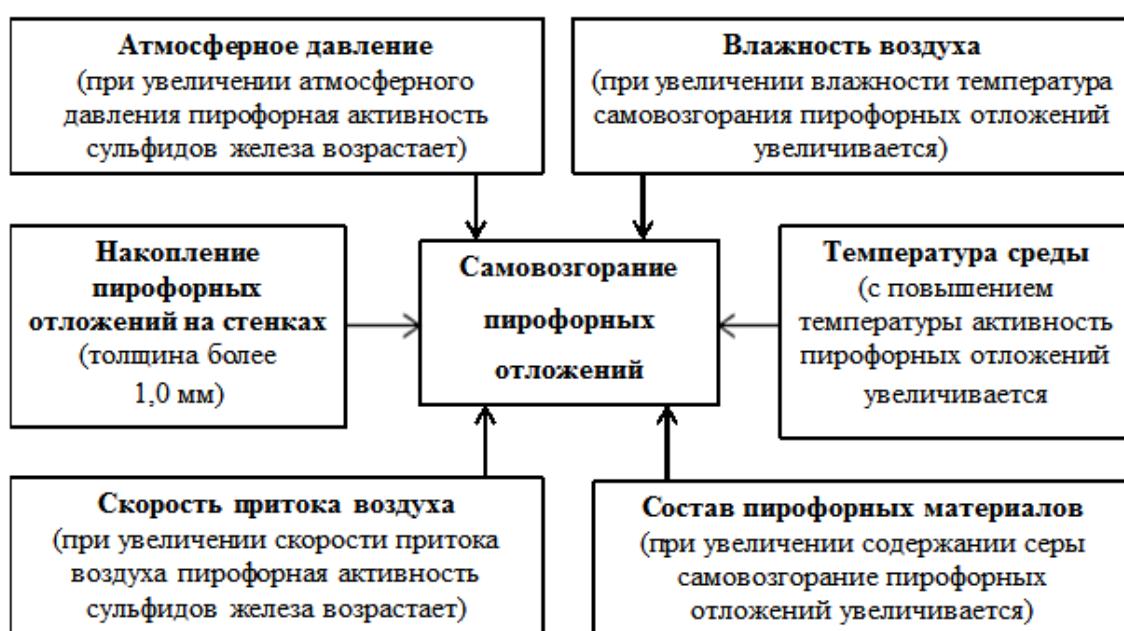


В присутствии в воздухе влаги данный процесс ускоряется и количества тепла выделяется в несколько раз больше:



Как видим реакции окисления пирофторных отложений в двух случаях происходят с выделение большого количества тепла, что приводит к их саморазогреву.

Но на процесс самовозгорания пирофторных отложений оказывают влияние и другие факторы, они представлены на рисунке.



Для предотвращения самовозгорания пирофторных материалов разработаны различные способы, которые зависят от изменения определенных факторов, влияющих на процесс самовозгорания. Один из наиболее часто используемых способов является дезактивация пирофторных отложений. Суть дезактивации заключается в следующем: пирофторные отложения обрабатывают определенным химическим веществом, в результате чего происходит превращение пожароопасных пирофторных отложений в непирофторный продукт, либо повышается температура самовозгорания.

В данной статье предлагается новое вещество, которое позволяет предотвратить возгорание, за счет повышения температуры самовозгорания пирофторных отложений. Известно, что при химических взаимодействиях самопроизвольное протекание реакции определяется термодинамической величиной энергии Гиббса ( $\Delta G$   $\Delta G$ ), которая зависит от энталпии и энтропии простым соотношением:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad \Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S ,$$

Если не происходят изменения давления и температуры, то реакция может протекать самопроизвольно, только при отрицательных значениях данной энергии, т.е.  $\Delta G < 0$   $\Delta G < 0$  [1]. Для того, чтобы повысить температуру самовозгорания, необходимо максимально увеличить  $\Delta G$   $\Delta G$  и для этого необходимо уменьшить тепловой эффект реакции. А в случае с пирофторными отложениями, достигнуть уменьшения теплового эффекта возможно за счет

увеличения температуры окружающей среды, при которой и происходит самовозгорание отложений.

Для уменьшения теплового эффекта возможно с помощью неорганических соединений, которые бы при разложении образовывали диоксид углерода и воду. В результате поиска было установлено, что наиболее подходящими для этих целей, являются гидрокарбонат натрия и гидроксид кальция, так как  $\Delta H/\text{моль}$ ,  $\text{kJ}/\text{моль}$ .

Для определения минимальной температуры среды, в которой исследуется самовозгорание полученных отложений, были произведены исследования пирофорных отложений с перечисленными выше веществами. В результате проведенных экспериментов. Зависимость температуры в камере термостата при которой происходит самовоспламенение, от состава исследуемых образцов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Исследование склонности к самовоспламенению нефтесодержащих и пирофорных материалов

Состав	Пирофорный материал (ПМ)	ПМ+ $\text{Na}_2\text{CO}_3$	ПМ+ $\text{NaHCO}_3$	ПМ + $\text{Ca}(\text{OH})_2$	ПМ+ $\text{CaCO}_3$	ПМ + $\text{Mg}(\text{OH})_2$
Температура самозогорания, $^{\circ}\text{C}$	300-320	300-320	Самовозгорание отсутствует	320-350 Тление без самовозгорания	310	300-320

Как видно из таблицы у всех рассматриваемых составов, кроме тех, у кого содержится  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , самовозгорание (тление) наблюдается при температуре среды  $300^{\circ}\text{C}$  и выше.

Не менее важная проблема современного общества это проблема накопления промышленных отходов, поэтому переработка отходов многих производств рассматривается на сегодняшний день, как важнейшей экологической проблемой, стоящей перед человеком. В связи с чем, предлагается использовать отходы производства в качестве пассивирующего агента для пирофорных материалов. Экспериментально было установлено, что наиболее оптимальным является основной компонент отхода, который образуется при производстве ацетилена. В состав данного отхода входят следующие соединения, мас.%:

$\text{Ca}(\text{OH})_2$	80,0–82,0
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	3,0–5,0
Хлориды	0,5–2,5
$\text{CaC}_2$	0,1–0,5
Влага	Остальное

Как видно отход в своем составе содержит непрореагированный карбид кальция, гидроксид магния, а также хлориды металлов и др., но основным компонентом отхода является гидроксид кальция, который и может быть использован в качестве пассивирующего агента, который и позволит снизить температуру самовозгорания.

Данный способ дегазации осуществляется следующим образом: собранный нефтесодержащий пирофорный материал, обрабатывают с предложенным пассивирующим агентом (отходом, образующегося при производстве ацетилена) в соотношении нефтесодержащий пирофорный материал: пассивирующий агент 1:0,2-1. В результате химической реакции образуются безопасные вещества, такие как карбонат кальция, вода и диоксид углерода, при этом происходит уменьшение теплового эффекта и снижается химическая активность их.

Результаты экспериментов по дезактивации пирофорных материалов в зависимости от количества отхода приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние концентрации пассивирующего агента (отхода) на активность пирофорных материалов

Состав	Пирофорный материал (ПМ) и пассивирующий агент				
Соотношение пирофорного материала и пассивирующего агента	1:1	1:0,5	1:0,4	1:0,3	1:0,2
Температура самозогорания, °C	320–350	340–360	Самовозгорание отсутствует	Самовозгорание отсутствует	Самовозгорание отсутствует

Таким образом, в результате проведенного исследования разработан новый способ дезактивации пирофорных отложений с помощью отхода – производства ацетилена, который позволил успешно реализовать его для снижения пирофорной активности. В результате решены две актуальные в промышленности задачи: снижение пожарной опасности пирофорных материалов, которые образуются после зачистки технологических емкостей для хранения нефти и нефтепродуктов и ликвидация промышленных отходов, за счет чего снижается их негативное воздействие на окружающую среду.

#### Литература

- Глинка Н. Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А. И. Ермакова, изд. 29-е, исправленное. М.: Интеграл-Пресс, 2002. 728 с.
- Мищенко К. П., Равдель А. А. Краткий справочник термодинамических величин. Л.: Химия, 1974. 200 с.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, г. Воронеж, Россия

O. N. Kuznetsova, D. P. Klyukin

## FIRE SAFETY IN OIL AND PETROLEUM PRODUCT STORAGE SYSTEMS

The article presents the reasons for spontaneous combustion of pyrophoric deposits in oil and petroleum product storage tanks. The conditions under which the process of self-ignition occurs are determined. A new passivating agent is proposed that allows increasing the self-ignition temperature

<sup>2</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

УДК 614.841.2.001.2

А. С. Давиденко, И. А. Пустовалов, Д. В. Тоцкий

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОТКРЫТОЙ МЕСТНОСТИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПОЖАРОВ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСАХ

Проведен анализ экономического ущерба от пожаров, произошедших на территории Российской Федерации и нефтеперерабатывающих комплексах. Рассмотрены тактико-технические характеристики беспилотных авиационных систем, стоящих на вооружении МЧС России, изучены их возможности. Предложен ряд операций, выполняемых беспилотным воздушным судном на открытой местности, позволяющий всесторонне оценить место пожара и установить его причину. Описаны преимущества работы расследования и

экспертизы пожара с использованием трехмерного изображения зоны пожара и объекта нефтегазового комплекса

XXI век – век высоких технологий, эпоха четвертой, постнеклассической глобальной научной революции, время, когда система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты, в том числе и нефтеперерабатывающего комплекса (далее – НПК), претерпела массу изменений. Много проведено работы и продолжает развиваться новое поколение огнетушащих веществ и приборов для их подачи, специальная пожарная и аварийно – спасательная техника, а также системы предотвращения пожаров. Вместе с тем «обратной стороной медали», угнетающей состояние пожарной безопасности НПК является:

высокий износ основных фондов (резервуарные парки, производственная нефтебаза);

обширная площадь горения, при возникновении источника зажигания и нарушении технологического процесса;

при развивающихся пожарах наличие обширной площади горения и угроза перехода в затяжной пожар;

при пожаре на НПК требуется сосредоточение большого количества сил и средств по повышенному рангу пожара в кратчайшие сроки;

высокая скорость распространения пожара и сопровождающие его хлопки, взрывы, выбросы и т.п.

Учитывая все положительные и отрицательные аспекты современного состояния обеспечения пожарной безопасности НПК можно предположить, что пожары на этих объектах были и остаются быть наиболее сложными и характерными для Российской Федерации, как в вопросах профилактики, так и в вопросах пожаротушения.

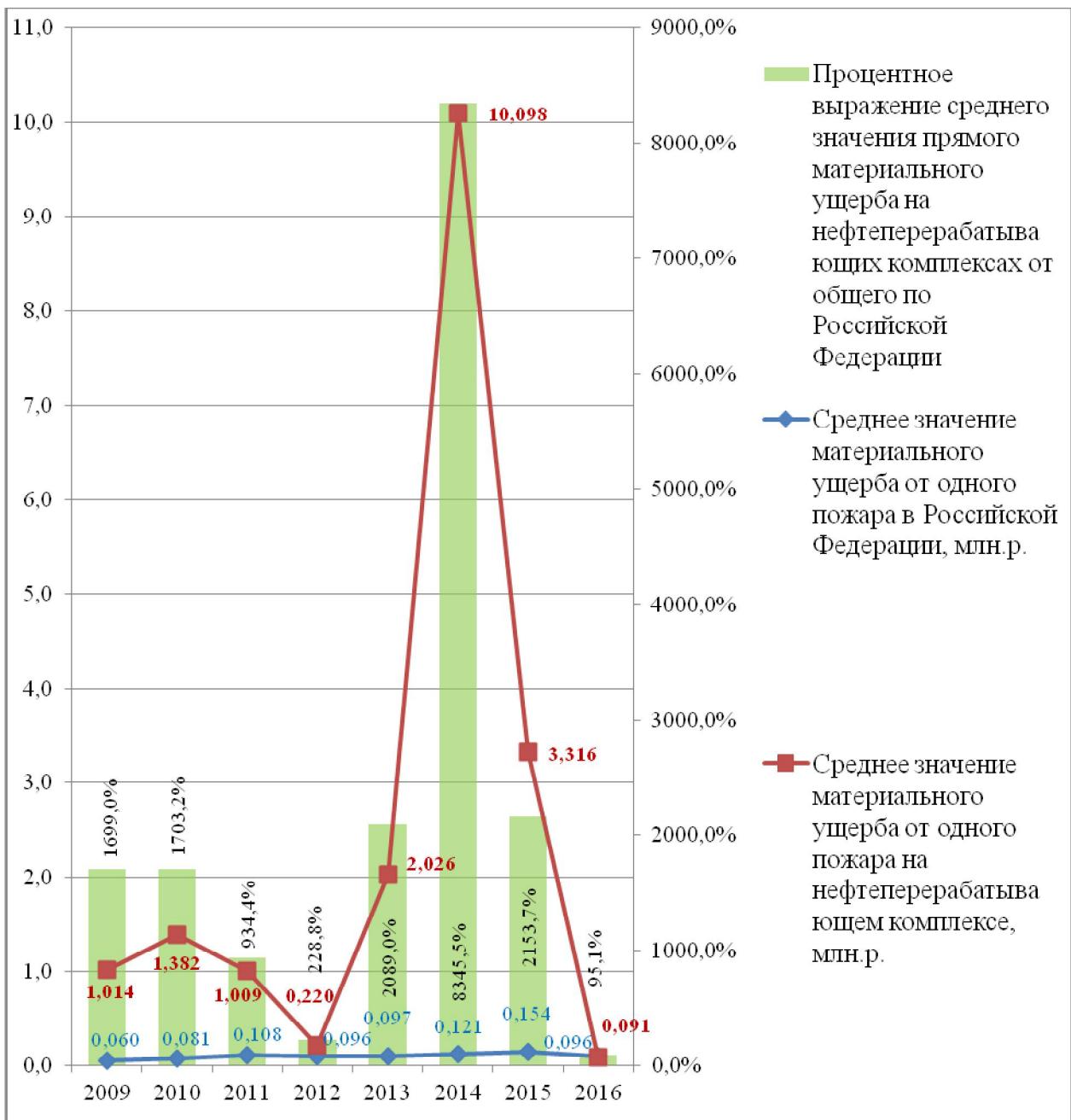
Еще одной характерной особенностью последствий пожаров на НПК является экономический ущерб от возгораний. Так, в соответствии со статистическими данными, общий материальный ущерб от аварий резервуаров превышает в 500 и более раз первичные затраты на их сооружение [1].

Согласно статистике в Российской Федерации, в период 2009 – 2016 гг., произошло 1 288 200 пожаров [2], за аналогичный период прошлого года на НПК – 759 пожаров [3], при этом ущерб от общего количества пожаров на территории страны составил 128 663 993 рублей, а на НПК – 1 873 990 рублей соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Наименование показателя	Данные по Российской Федерации / данные по нефтеперерабатывающим комплексам							
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Количество пожаров, ед.	187600 /109	179500 /78	168500 /90	162900 /88	153500 /78	150800 /100	145900 /111	139500 /105
Прямой материальный ущерб от пожаров, млн. р.	11193,95 /110,5	14565,01 /107,8	18199,5 /90,83	15693,4 /19,4	14885,3 /158,01	18246,6 /1009,8	22461,9 /368,05	13418,4 /9,6

Анализируя вышеуказанную проблему, видно, что цифры, как по количеству пожаров, так и по ущербу от них, на территории Российской Федерации, в разы больше относительно цифр НПК, но если рассматривать «среднюю стоимость одного пожара» (рисунок), то вывод о преобладающем экономическом ущербе в сегменте НПК очевиден. Усредняя значения материального ущерба за исследуемый промежуток времени видно, что средний убыток одного пожара на НПК в 23,48 раза выше, чем средний убыток от одного пожара по стране в целом, который составил 2,395 млн. рублей против 0,102 млн. рублей соответственно.



Средние значения материального ущерба от одного пожара

С целью последующего исключения столь высоких убытков от пожаров на НПК встает вопрос о необходимости тщательного их расследования. Это необходимо для установления причин и обстоятельств, произошедших пожаров, организации обязательного учета и государственной отчетности по пожарам и последующей разработки необходимых мер по обеспечению пожарной безопасности объектов НПК.

Изучение зоны пожара на НПК подразумевает исследование каждого отдельно стоящего сооружения (технологической установки, резервуара и т.д.), который подвергался воздействию тех или иных опасных факторов пожара. Важно учесть, что вся исследуемая территория, с расположенными на ней объектами, занимает значительную площадь и ее осмотр может занять продолжительное время. При этом квалифицированный осмотр мест пожара предусматривает скрупулезное исследование веществ и материалов как до, так и после воздействия на них опасных факторов пожара, в том числе с применением современных специальных технических средств [4]. Рассмотрим в качестве таких

специальных технических средств беспилотные авиационные системы (далее – БАС), стоящие на вооружении МЧС России [5].

В табл. 2 представлены основные тактико-технические характеристики БАС, позволяющие выполнять ряд операций, направленных на выявление очагов возгорания при расследовании и экспертизе пожаров на НПК [5].

Таблица 2

N п/п	Техническая характеристика	Наименование БАС			
		DJI Phantom 3	DJI Inspire 1	ZALA 421-22	Supercam S-350
1.	Тип БВС	вертолетный			самолетный
2.	Тип двигателя БВС	электрический			
3.	Продолжительность полета, мин.	23	18	35	240
4.	Максимальная скорость полета, км/ч.	57	79	30	120
5.	Радиус применения, км.	2	2	5000	240
6.	Масса, кг.	1,3	2,9	10	11,5
7.	Максимальная высота полета, м.	120	120	1000	3600
8.	Фото/видео съемка	да	да	да	да
9.	Разрешение камеры, Мпикс.	12,4	12,4	24	24
10.	Максимальное разрешение изображения	4000×3000	4000×3000	720×576	720×576
11.	Диапазон рабочих температур	0...+40°C	0...+40°C	-30°C...+40°C	-40°C...+40°C
12.	Спутниковые системы позиционирования	GPS / ГЛОНАСС	GPS / ГЛОНАСС	GPS / ГЛОНАСС	GPS / ГЛОНАСС
13.	Максимально допустимая скорость ветра, м/с	10	10	10	15

Анализируя ряд операций, проводимых должностным лицом по установлению очагов в зоне пожара при его расследовании и экспертизе и учитывая характеристики БАС, приведенные выше, предлагаются оптимизированные решения, направленные на повышение качества проводимых работ. При проведении работ по установлению очагов пожара возможно:

- фиксировать с воздуха всю площадь зоны пожара за минимально короткое время без изменения вещной обстановки;
- осуществлять сбор фото/видео материалов по пожару непосредственно в зоне пожара, с момента его возникновения и до момента его локализации;
- возможность получения тепловизионных данных очагов пожара в определенный момент времени;
- получение информации о пожаре, с использованием воздушного пространства, прилегающего к площади зоны пожара, а также для нужд штаба на месте пожара;
- реализовать сбор данных о пожаре с «привязкой» к географическим координатам места расположения объектов на местности;
- оперативно передавать данные о пожаре в режиме реального времени по известным каналам связи для принятия управлеченческих решений;
- изучение опасных участков зоны пожара, исключив присутствие там личного состава пожарной охраны, тем самым минимизировав их травмирование;
- построение моделей в трёхмерном пространстве, объектов, расположенных в зоне пожара, для проведения анализа их поведения в период воздействия на них опасных факторов пожара [6].

Таким образом, используя БАС можно проводить мероприятия по выявлению очагов в зоне пожара по термоточкам и иной информации на отрисованной единой трехмерной модели местности с расположением на ней всех объектов. Зону пожара устанавливает

руководитель тушения пожара, он же принимает управленческое решение о применении БАС, как государственной авиации специального назначения [7].

Стоить отметить, что вся информация, получаемая в ходе исследования НПК после пожара (далее - место пожара), выполняется полезной нагрузкой, установленной на борту беспилотного воздушного судна, являющегося одним из элементов БАС. Выбор нужной полезной нагрузки беспилотного воздушного судна позволяет решать прикладные задачи криминалистики, посредством определения формы, размеров, положения и иных характеристик объектов по их фотоизображениям (фотограмметрия) с применением программных продуктов. Реконструировав место пожара в трехмерном пространстве, предоставляется возможность установить обстоятельства, произошедшие в зоне пожара в нужном месте в определённый промежуток времени. Также исследовать место пожара возможно в режиме on-line с заинтересованными лицами соответствующих подразделений министерств и ведомств.

Рассматриваемые выше варианты применения БАС на НПК в рамках расследования пожаров могут значительно повысить объективность принимаемых решений по результатам заключений, полученной исчерпывающей информации с помощью БАС. Безусловно, для структуризации и алгоритмизации данного процесса необходима разработка соответствующей методики применения БАС, которая дополнит уже имеющиеся методики по установлению очагов пожара.

В заключении стоит отметить, что использование современных подходов и методов применения БАС в области обеспечения пожарной безопасности критически важных и потенциально опасных объектов, несомненно, совершенствует подходы к изучению причин возникновения и развития пожаров на НПК. Более совершенные подходы, в свою очередь, позволят повысить оперативность пожарно-спасательных подразделений по сосредоточению сил и средств на пожаре, исключающих дальнейшее распространение пожара и, как следствие, снижение затрат на устранение их последствий.

#### Литература

1. Петрова Н. В., Чешко И. Д., Галишев М. А. Анализ практики экспертного исследования пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2016. № 3. С. 40-46
2. Пожары и пожарная безопасность: Статистические сборники за 2009–2016 гг. – М.:ВНИИПО МЧС России, 2009 – 2016.
3. Булгакова О. Ю. Ширяев Е. В. Анализ статистических данных по пожарам на объектах нефтегазовой отрасли в Российской Федерации. Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, Иваново 2017.
4. Плотникова Г. В., УлановА. Г. Ошибки и недостатки при осмотре места пожара // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2018. № 4 (8). С. 146-149
5. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий : [сайт]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/oministerstve/tehnika/aviacionnaya-tehnika>
6. Колесников И. И., Бульбачева А. А. Инновационный подход к проведению осмотра места происшествия с использованием передовых технологий // Академическая мысль. 2018. № 4 (5). С. 85-88.
7. Давиденко А. С., Ниткин А. Н., Зайцев А. Ю. Совершенствование действий по тушению пожаров и проведения аварийно-спасательных работ с применением беспилотных авиационных систем // Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны «Пожарная и аварийная безопасность». 2016. С. 234-236.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, г. Санкт-Петербург, Россия  
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

A. S. Davidenko, I. A. Pustovalov, D. V. Totsky

#### USE OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS OUTDOORS IN FIRE INVESTIGATIONS AT OIL REFINING COMPLEXES

The analysis of economic damage from fires that occurred on the territory of the Russian Federation and oil refining complexes. The tactical and technical characteristics of unmanned aircraft systems that are in service with the Russian Emergencies Ministry are considered, their capabilities are studied. A series of operations performed by an unmanned aircraft in an open area is proposed, which makes it possible to comprehensively assess the location of a fire and establish its cause. The advantages of the investigation and examination of fire using a three-dimensional image of the fire zone and the oil and gas complex are described

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia  
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

УДК 614.842

В. Б. Габдуллин, А. А. Воронов, А. Д. Ищенко

## АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ЗВЕНЬЕВ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ТУШЕНИИ ЗАТЯЖНЫХ ПОЖАРОВ

Проведен анализ времени работы звеньев газодымозащитной службы на пожарах нескольких производственных предприятий с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Изучено время, затраченное на путь до очага пожара, на тушение пожара. Так же в статье представлен сравнительный анализ использования дыхательных аппаратов на сжатом воздухе при различном давлении воздуха. Выявлено как разное количество запаса воздуха влияет на нагрузку личного состава и число работающих звеньев на пожарах

На территории Российской Федерации (РФ) очень часто происходят пожары во всех сферах жизнедеятельности людей. В среднем на территории России происходит в год до 150 тыс. пожаров. При этом отмечаются затяжные пожары, продолжением более двух часов, среди которых доминируют промышленные предприятия, учреждения, организации. В данных условиях одна из задач МЧС России снизить риски возникновения пожаров и минимизировать их последствия. В данной статье проведен анализ времени работы звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) на затяжных пожарах более двух часов, отражены положительные моменты в увеличении запаса воздуха в дыхательных аппаратах (ДА).

При тушении затяжных пожаров эффективным средством подхода к очагу пожара и возможности проведения аварийно-спасательных работ является применение индивидуальных средств защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД) пожарных. Практика говорит о том, что самым распространенным видом СИЗОД в РФ являются дыхательные аппараты сжатого воздуха (ДАСВ).

В основном возможны две ситуации с применением ДАСВ при тушении пожаров связанные со временем защитного действия (ВЗД) аппарата:

1. ВЗД превышает требуемое время работы в непригодной для дыхания среде (НДС).
2. ВЗД меньше требуемого времени работы в НДС. Это происходит при затяжных и особенно часто крупных пожарах.

При этом возникают ситуации, когда время защитного действия заканчивается раньше необходимого времени работы в НДС, что требует выхода из НДС всего звена.

Исходя из этого, вероятны два варианта, когда смена звеньев происходит на позиции подачи огнетушащих веществ в НДС и пауза в подаче огнетушащих веществ минимальна, либо звено оставляет позицию и в полном составе выходит из задымленной зоны для осуществления смены баллонов. В этом случае позиция, с которой подавались огнетушащие вещества, оставляется, и горение восстанавливается, набирает силу и продолжает распространяться.

Для того, чтобы смена звеньев происходила на позиции подачи огнетушащих веществ в НДС, требуется у поста безопасности к истечению ВЗД СИЗОД звена иметь готовое к

действиям звено. Наиболее правильно это сделать с помощью резерва. Резерв может быть создан за счет второго отделения караула. Естественно, тогда караул на двух основных автомобилях сможет выполнять задачи по работе в НДС только с одного направления, тем самым возникнет проблема с отдельными задачами, снижая свои тактические возможности практически наполовину.

Другим способом решения этой задачи является привлечение дополнительных сил подразделений из соседних районов выезда. При этом они должны успеть прибыть в обозначенный район заблаговременно до исчерпания запаса воздуха звена или звеньев, работающих в НДС. Указанное время зависит как от времени следования соседних подразделений, так и от своевременности их вызова.

Обратим внимание на то обстоятельство, что по прибытии первого подразделения к месту вызова производится разведка, поэтому определить время работы в НДС затруднительно, тем более, что на проведение разведки также тратится время защитного действия СИЗОД.

Рабочей схемой обеспечивающей непрерывное и, следовательно, наиболее эффективное тушение было бы наличие неограниченного запаса воздуха для дыхания, как и огнетушащих веществ. Это возможно подачей воздуха извне, как происходит с огнетушащими веществами. Однако на данный момент такого эффективного устройства не имеется в пожарной охране Российской Федерации.

Для анализа обстановки с затяжными пожарами на производстве в РФ использовались статистические данные ВНИИПО МЧС РОССИИ за период с 2011 по 2016 год (рис. 1).



Рис. 1. Количество пожаров продолжительностью более 2-х часов

Исходя из полученных данных, можно предположить, что на таких пожарах, возникают ситуации, когда время защитного действия ДАСВ заканчивается раньше необходимого времени работы в НДС. Необходимое время работы включает в себя:

1) следование звена ГДЗС до очага пожара; 2) тушение пожара; 3) возвращение звена ГДЗС в безопасную зону для смены баллонов сжатого воздуха. Соответственно для того чтобы успешно и в кратчайшие сроки потушить пожар, нужно дольше находится у очага пожара в НДС. В реальной обстановке обеспечить это порой невозможно, из-за недостатка воздуха в ДА, так как ВЗД ДАСВ около 40 минут, и на преодоление всех расстояний тратится много времени из-за больших размеров производственных объектов. В таких случаях позиция, с которой подавались огнетушащие вещества, оставляется, и горение восстанавливается, набирает силу и распространяется.

Для анализа времени работы звеньев ГДЗС было смоделировано более 250 затяжных пожаров на производственных предприятиях, исходные данные по пожарам использованы из статистических данных ВНИИПО МЧС РОССИИ за период с 2011 по 2016 годы, расчеты производились по «Методическим указаниям по проведению расчетов параметров работы в СИЗОД» утвержденные А. П. Чуприяном. Для наглядного примера несколько таких пожаров представлены на рис. 2-5.

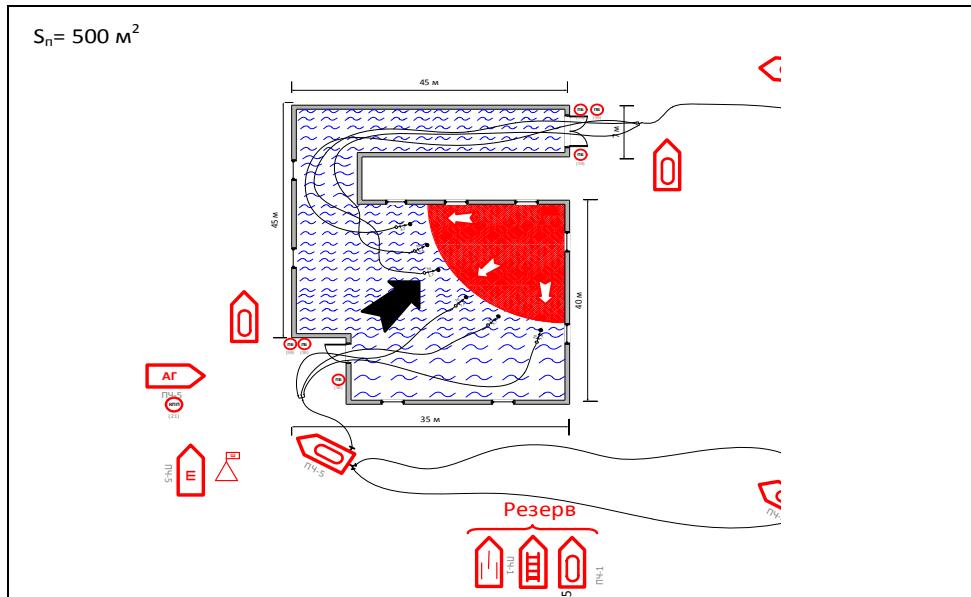


Рис. 2. Предприятие легкой промышленности. Расстановка сил и средств на момент локализации пожара

Пожар произошел в ткацком производстве ООО ХБК "Томна" по адресу: г. Кинешма, ул. Аристарха Макарова д. 51. Площадь пожара составила  $500 \text{ м}^2$ . Организована работа шести звеньев ГДЗС и соответственно подано на тушение пожара шесть стволов. Расстояние до очага пожара составило 50 м. Общее время работы звена ГДЗС составило 198 минут (от подачи первого ствола до ликвидации открытого горения). За это время звенья ГДЗС успели сменить баллоны по 6 раз. Так как скорость звена ГДЗС в условиях воздействия ОФП составила 5,4 м/мин. Общее время на преодоление расстояния до очага пожара составило 88 минут от общего времени работы звеньев. Время работы звена у очага пожара составило 110 минут. Вывод - из общего времени защитного действия СИЗОД, на тушение пожара, то есть КПД использования дыхательных аппаратов составило 55 %.



Рис. 3. Соотношение времени следования к времени работы у очага пожара звеньев ГДЗС в СИЗОД при давлении в баллонах 260 и 300 атм на затяжных пожарах предприятий легкой промышленности

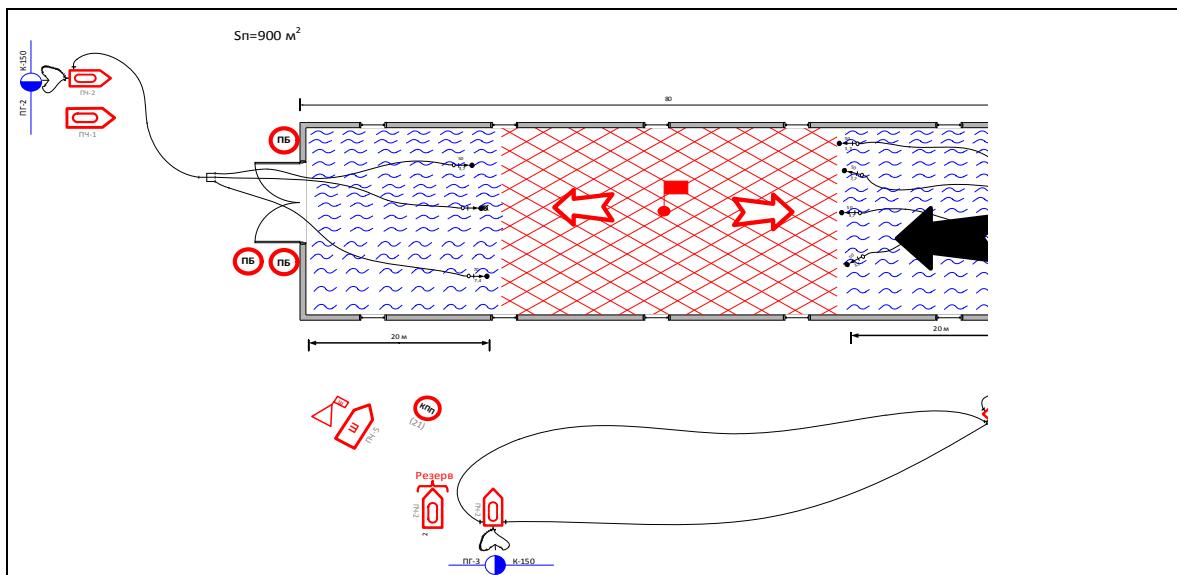


Рис. 4. Предприятие промышленности строительных материалов. Расстановка сил и средств на момент локализации пожара

Пожар произошел в производственном ангаре ООО "ВАМОЗ" по адресу: Республика Коми, г. Ухта, ул. Транспортная, д.8. Площадь пожара составила 900 м<sup>2</sup>. Организована работа семи звеньев ГДЗС и соответственно подано на тушение пожара семь стволов. Расстояние до очага пожара составило 20 м. Общее время работы звена ГДЗС составило 158 минут (от подачи первого ствола до ликвидации открытого горения). За это время звенья ГДЗС успели сменить баллоны по 5 раз. Так как скорость звена ГДЗС в условиях воздействия ОФП составила 5,4 м/мин. Общее время на преодоление расстояния до очага пожара составило 40 минут от общего времени работы звеньев. Время работы звена у очага пожара составило 118 минут. Вывод - из общего времени защитного действия СИЗОД, на тушение пожара, то есть КПД использования дыхательных аппаратов составило 74 %.



Рис. 5. Соотношение времени следования к времени работы у очага пожара звеньев ГДЗС в СИЗОД при давлении в баллонах 260 и 300 атм на затяжных пожарах предприятий промышленности строительных материалов

Для выявления скорости звена ГДЗС в условиях НДС был проведен практический эксперимент по спасению пострадавших в условиях ограниченной видимости (на стекло панорамной маски нанесен полиэтилен серого цвета). В эксперименте принимало участие 3 звена ГДЗС. У каждого звена стояла задача найти и спасти пострадавших в трёхэтажном многоквартирном подъезде в условиях ограниченной видимости. Данный эксперимент и его результат представлен на рис. 6 и в таблице.

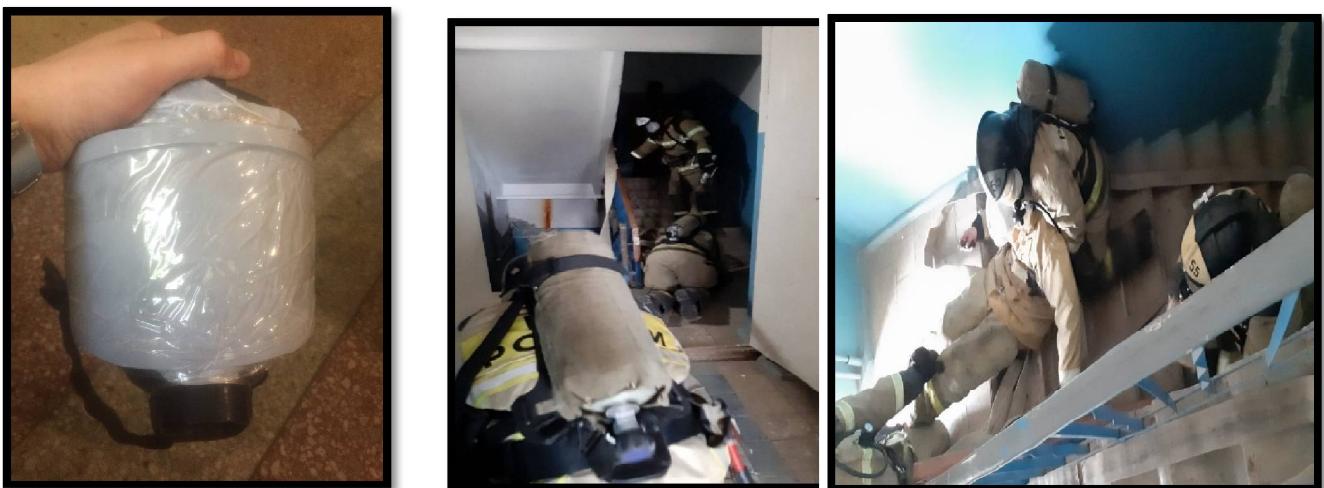


Рис. 6. Практический эксперимент по спасению пострадавших в условиях ограниченной видимости

#### Результаты практического эксперимента

№ эксперимента	Время работы звена ГДЗС без пострадавшего, мин	Время работы звена ГДЗС с пострадавшим, мин	Время проведения рабочей проверки, мин	Время затраченное на смену баллонов, мин	Время отдыха звена ГДЗС, мин	Расстояние пройденное звеном ГДЗС, м	Полное время работы звена ГДЗС, мин	Время подготовки к следующему вкл., мин
1	10.31	5.51	0.35	4.07	5.06	84	16.57	9.13
2	16.26	9.41	0.45	4.22	3.52	84	26.52	8.14
3	12.52	7.12	0.30	3.03	5.52	84	22.34	8.55

По полученным данным можно сделать вывод, что средняя скорость звена ГДЗС в условиях плохой видимости аналогичной на пожаре, составила от 4-5,5 м/мин.

Таким образом, исходя из результатов моделируемых пожаров соотношение времени следования к времени работы у очага пожара, зависит от ВЗД ДА. Чем меньше ВЗД, тем больше приходится делать входы в задымленную зону. Такие ситуации были просчитаны по всем объектам промышленности. А по предприятиям легкой промышленности и предприятию промышленности строительных материалов вывод таков: 1) больший запас воздуха позволяет звену работать дольше у очага; 2) количество смен звеньев, либо смен баллонов уменьшается на 13 % и 19 % при использовании баллонов с давлением 300 атм, тем самым снижается нагрузка на личный состав и повышается эффективность тушения пожара.

#### Литература

- Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. –М.: МЧС России, 05 августа 2013 г. (с изменениями от 19 августа 2013 г. № 18-4-3-3158).
- Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы ФПС МЧС России. –М.: МЧС России, 02 июля 2008 г. № 2-4-60-14-18.
- Грачев, В. А., Поповский, Д. В. Газодымозащитная служба. Учеб. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 384 с.
- Кошмаров Ю. А., Пузач С. В., Андреев В. В. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие /– М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 126 с.

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

V. B. Gabdullin, A. A. Voronov, A. D. Ishchenko

## ANALYSIS FOR THE TIME OF GAS-PROTECTING SERVICES IN THE FIRE OF LARGE FIRE

The investigation of the mechanism of actions of the links of gas-and-water protection service in the event of a fire in the multi-apartment entrance using personal protective equipment of respiratory organs was carried out. The time spent on the way to the victims, on saving the victims, the work of one link before entering the safe zone after the air in the cylinders has expired, on the replacement of the cylinder. A lack of air has been identified

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

УДК 614.849

А. А. Воронов, А. Д. Ищенко, И. С. Фогилев, В. Б. Габдуллин

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ МАЛОЧИСЛЕННЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В статье представлена статистика пожаров и спасенных на них людей подразделениями пожарной охраны входящими в состав таких видов пожарной охраны, как противопожарная служба субъекта Российской Федерации, добровольной пожарной охраны и муниципальной пожарной охраны.

Ключевые слова: спасение людей, малочисленные пожарные подразделения, непригодная для дыхания среда.

Проблема обеспечения возможности спасения людей при пожарах малочисленными подразделениями пожарной охраны в данный момент является не решенной [1-4].

На территории сельских населенных пунктов с малым количеством жителей для обеспечения пожарной безопасности созданы и функционируют малочисленные пожарные подразделения [5]. Основными видами пожарной охраны, в состав которых входят малочисленные пожарные подразделения являются: противопожарная служба субъекта Российской Федерации, муниципальная пожарная охрана и добровольная пожарная охрана [6].

Ввиду отсутствия средств индивидуальной защиты органов дыхания у работников малочисленных подразделений, а также необходимых технических средств возникает проблема невозможности проведения работ по спасению людей при пожарах в условиях непригодной для дыхания среды. Для решения данной проблемы предлагается оснащать малочисленные подразделения пожарной охраны специальным комплектом для спасения людей при пожаре, в состав которого необходимо включить: средства индивидуальной защиты органов дыхания; средства для безопасной эвакуации людей в непригодной для дыхания среде; средства обеспечивающие безопасное проведение работ по спасению людей малочисленными подразделениями пожарной охраны в непригодной для дыхания среде.

Об эффективности применения СИЗОД подразделениями противопожарной службы субъекта, можно судить по статистике спасенных людей при пожарах (рис. 1, 2).

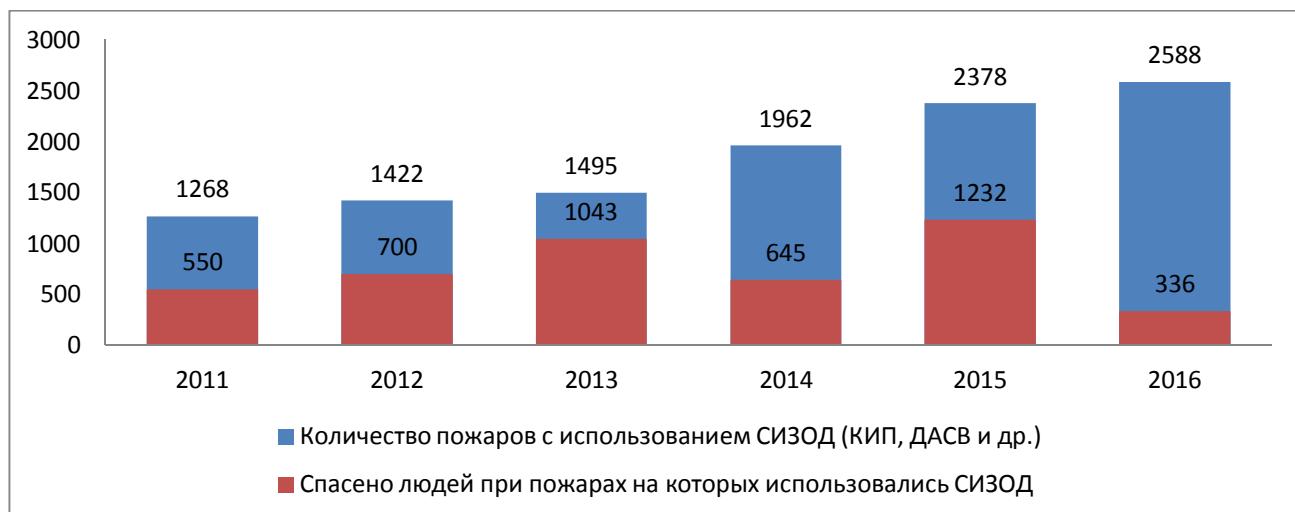


Рис. 1. Статистика пожаров и спасенных на них людей подразделениями пожарной охраны, входящей в состав противопожарной службы субъекта Российской Федерации с использованием СИЗОД



Рис. 2. Статистика пожаров и спасенных на них людей подразделениями пожарной охраны, входящей в состав противопожарной службы субъекта Российской Федерации без использования СИЗОД

Проанализировав рис. 1 и рис. 2, можно сказать, что на большинстве пожаров подразделения пожарной охраны, входящие в состав противопожарной службы субъекта РФ, СИЗОД участниками тушения пожара не применяется. Среднее процентное значение количества спасенных людей при пожарах подразделениями пожарной охраны входящие в состав ППС субъекта, на которых применялись СИЗОДравно 43.5 %, а процентное значение количества спасенных людей при пожарах без применения СИЗОДравно 10.8 %.

Об эффективности применения СИЗОД подразделениями добровольной пожарной охраны можно судить по статистике спасенных людей при пожарах (рис. 3, 4).



Рис. 3. Статистика пожаров и спасенных на них людей подразделениями добровольной пожарной охраны с использованием СИЗОД



Рис. 4. Статистика пожаров и спасенных на них людей подразделениями добровольной пожарной охраны входящей без использования СИЗОД

Проанализировав рис. 3 и рис. 4, можно сказать, что на большинстве пожаров малочисленными пожарными подразделениями добровольной пожарной охраны СИЗОД не применяется. Среднее процентное значение количества спасенных людей при пожарах подразделениями добровольной пожарной охраны, на которых применялись СИЗОД, 37.6 %, а процентное значение количества спасенных людей при пожарах без применения СИЗОД, 7.3 %.

Об эффективности применения СИЗОД подразделениями муниципальной пожарной охраны можно судить по статистике спасенных людей при пожарах (рис. 5, 6).



Рис. 5. Статистика пожаров и спасенных на них людей малочисленными подразделениями муниципальной пожарной охраны с использованием СИЗОД

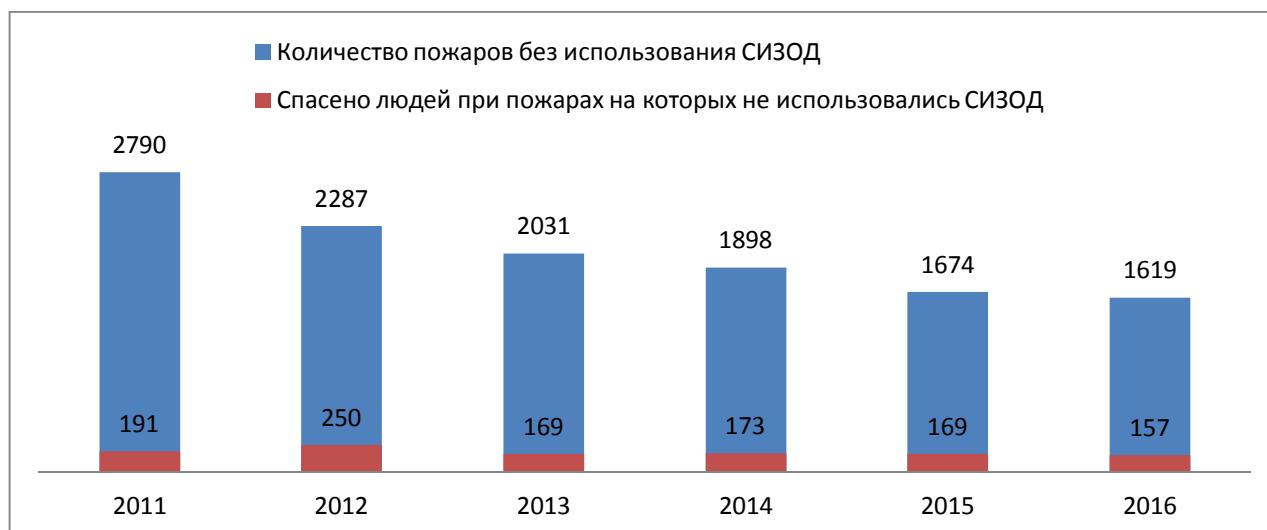


Рис. 6. Статистика пожаров и спасенных на них людей малочисленными пожарными подразделениями муниципальной пожарной охраны без использования СИЗОД

Проанализировав рис. 5 и рис. 6, можно сказать, что на большинстве пожаров малочисленными пожарными подразделениями добровольной пожарной охраны СИЗОД не применяется. Среднее процентное значение количества спасенных людей при пожарах подразделениями добровольной пожарной охраны, на которых применялись СИЗОД, 25.4 %, а процентное значение количества спасенных людей при пожарах без применения СИЗОД, 9.2 %.

Как показывает анализ, на пожарах с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания процент спасенных людей выше, по отношению к пожарам, на которых СИЗОД не применялись.

На основании вышеизложенного можно сказать об эффективности применения специального комплекта для спасения людей, в состав которого входят в том числе и средства защиты органов дыхания.

#### Литература

- Ищенко А. Д., Середа А. Е., Фогилев И. С., Кармышев Д. С. Возможности спасения людей в непригодной для дыхания среде малочисленными пожарными подразделениями // Технологии техносферной

безопасности. – Вып. 5 (69). 2016. С. 76-81.<http://academygps.ru/ttb>;

2. Воронов А. А., Ищенко А. Д., Фогилев И. С. Актуальные проблемы спасения людей при пожарах малочисленными пожарными подразделениями и пути их решения // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 1 (83). – 2019. – С. 61-67. <http://academygps.ru/ttb>;

3. Воронов А. А., Фогилев И. С., Середа А. Е., Ищенко А. Д. Обоснование применения малочисленными пожарными подразделениями пожарной охраны специальных комплектов для спасения людей в начальной стадии развития пожара // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций». ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. 2019. С. 628-632;

4. Воронов А. А., Уваров А. В., Ищенко А. Д., Фогилев И. С. Экспериментальное исследование вопроса спасения людей малочисленными подразделениями противопожарной службы Архангельской области // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 3. С. 48-58;

5. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. № 472 "Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны";

6. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности", ст. 4.

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

A. A. Voronov, A. D. Ishchenko, I. S. Fogilev, V. B. Gabdullin

## TECHNICAL SUPPORT OF POSSIBILITY OF WORK ON RESCUE OF PEOPLE BY SMALL DIVISIONSFIRE PROTECTION

Creation of a gas and smoke protection service in small fire departments impossible due to the small number of personnel on duty shift. Concerning, a fire department arriving at a fire site cannot proceed to work to save people from a breathless environment. The article presents the technical component of the solution to the above problem - saving people in an environment unsuitable for breathing

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

УДК 614.841.343:539.422

И. А. Пустовалов, А. С. Давиденко

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ НЕФТЕНАЛИВНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

В статье рассмотрены факторы воздействия агрессивных сред, влияющие на механизм вспучивания огнезащитных покрытий на объектах морских нефтеналивных терминалов. Изложены способы обеспечения устойчивости полимерных покрытий к воздействию агрессивных сред

Морские нефтеналивные терминалы (МНТ) получили широкое распространение на территории Российской Федерации. Они предназначены для выполнения операций с грузами в частности с нефтепродуктами. Пропускная способность МНТ составляет от 2 до 74 млн.тонн / год. Высокая пожарная опасность увеличивает риск возникновения аварии на технологических участках МНТ. Поэтому, стоит обратить особое внимание на обеспечение противопожарной защиты металлических конструкций МНТ.

Одним из способов обеспечения противопожарной защиты металлоконструкций является применение вспучивающихся огнезащитных покрытий (ВОП). Увеличение толщины защитного слоя при воздействии высоких температур на поверхностный слой ВОП позволяет повысить предел огнестойкости металлоконструкций. Однако, условия окружающей среды в которых эксплуатируются МНТ оказывают деструктивное влияние на механизмы вспучивания огнезащитных покрытий. К негативным факторам воздействия агрессивной среды относятся следующие: перепады температур морской воды, высокая

концентрация кислорода в морской среде, загрязнение водоемов хлоридо- и сульфатсодержащими веществами, засоленность водной среды, воздействие химического сырья и др [1, 2].

Воздействие этих факторов приводит к увеличению скорости процессов старения ВОП. Одним из способов повышения огнезащитной эффективности ВОП является армирование матрицы полимера углеродными наноструктурами (УНС).

Особенность применения УНС заключается в их высокой стабильности к воздействиям ультрафиолетового излучения, антикоррозионная и химическая стабильность при воздействии высоких температур [3].

Основной особенностью армированных полимерных композиций является ярко выраженная анизотропия их механических свойств, определяемая ориентацией волокон в матрице в одном или нескольких направлениях [4]. Поэтому, для обеспечения ожидаемого эффекта от внесения УНС в состав полимерной композиции, необходимо ориентировать их в правильной структурной последовательности.

В качестве образца было выбрано атмосферостойкое вспучивающееся полимерное покрытие Термобарьер – 2, поскольку оно применяется в условиях УХЛ1 для защиты металлоконструкций, располагающихся на открытых технологических площадках. Технические характеристики данного покрытия представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики ВОП «Термобарьер – 2».

Наименование	Показатель
Температура воздуха на открытых площадках	-60°C/+60°C
Обеспечиваемый предел огнестойкости	R30, R45, R60, R90, R120
Адгезионная прочность	4 балла
Толщина поверхностного слоя	до 3 мм

Было проведено исследование поверхности ВОП при помощи атомно-силовой микроскопии на NTD Integra. Рассматривалось два состава: с добавлением УНС (астрагленов) в структуру отвердителя в количестве 0,1 % об.масс. и в чистом виде. ВОП нанесена на поверхность предметного стекла размерами 200x200 мм, в застывшем состоянии представляет гладкую матовую поверхность темного цвета со светлыми вкраплениями размером приблизительно 100 мкм, без запаха.

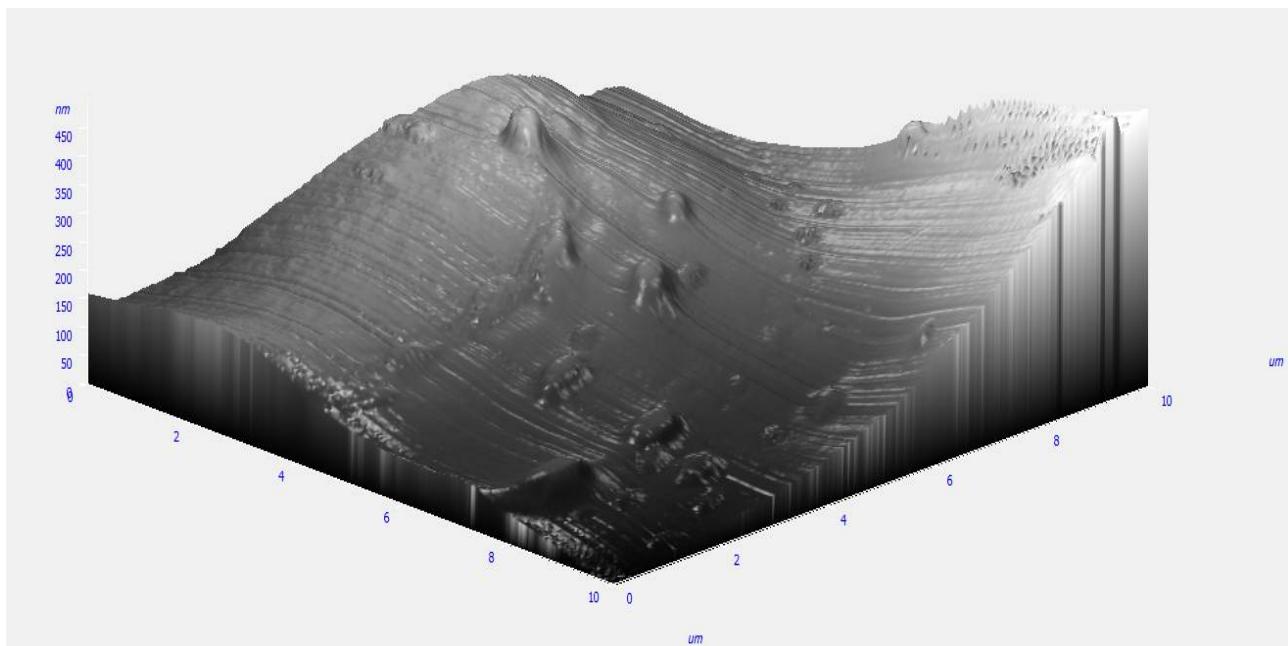


Рис. 1. 3–D модель поверхностного слоя ВОП «Термобарьер – 2» с концентрацией УНТ 0 % об.масс.



Рис. 1.1. Гистограмма рельефа поверхности ВОП «Термобарьер – 2» с концентрацией УНТ 0 % об.масс.

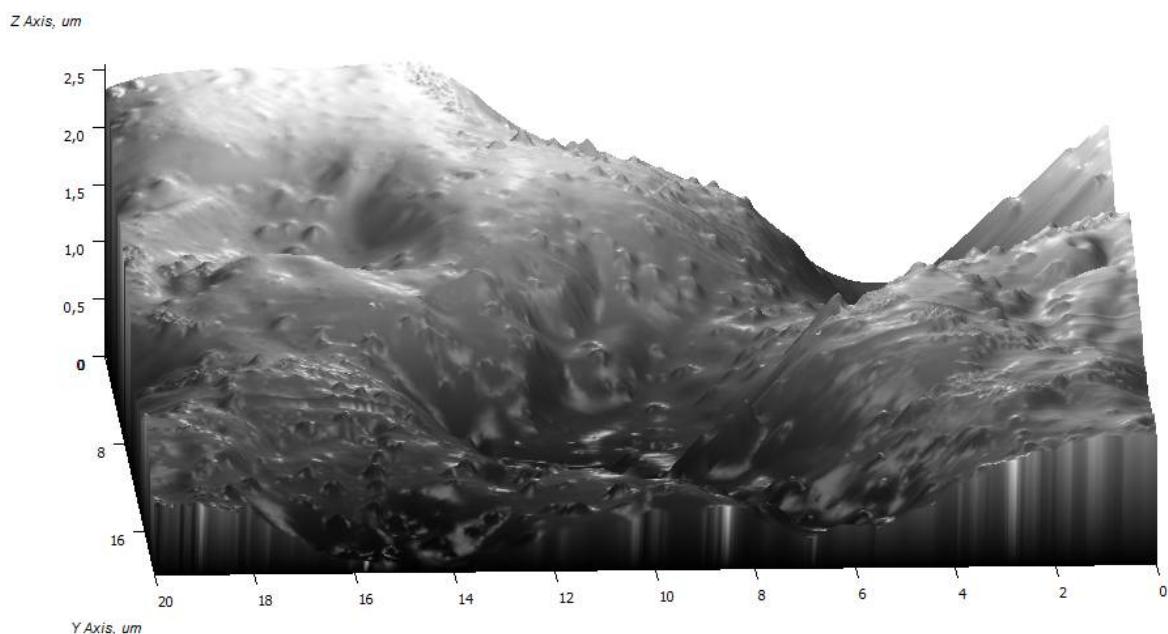


Рис. 2. 3–D модель поверхностного слоя ВОП «Термобарьер – 2» с концентрацией УНТ 0,1 % об.масс.

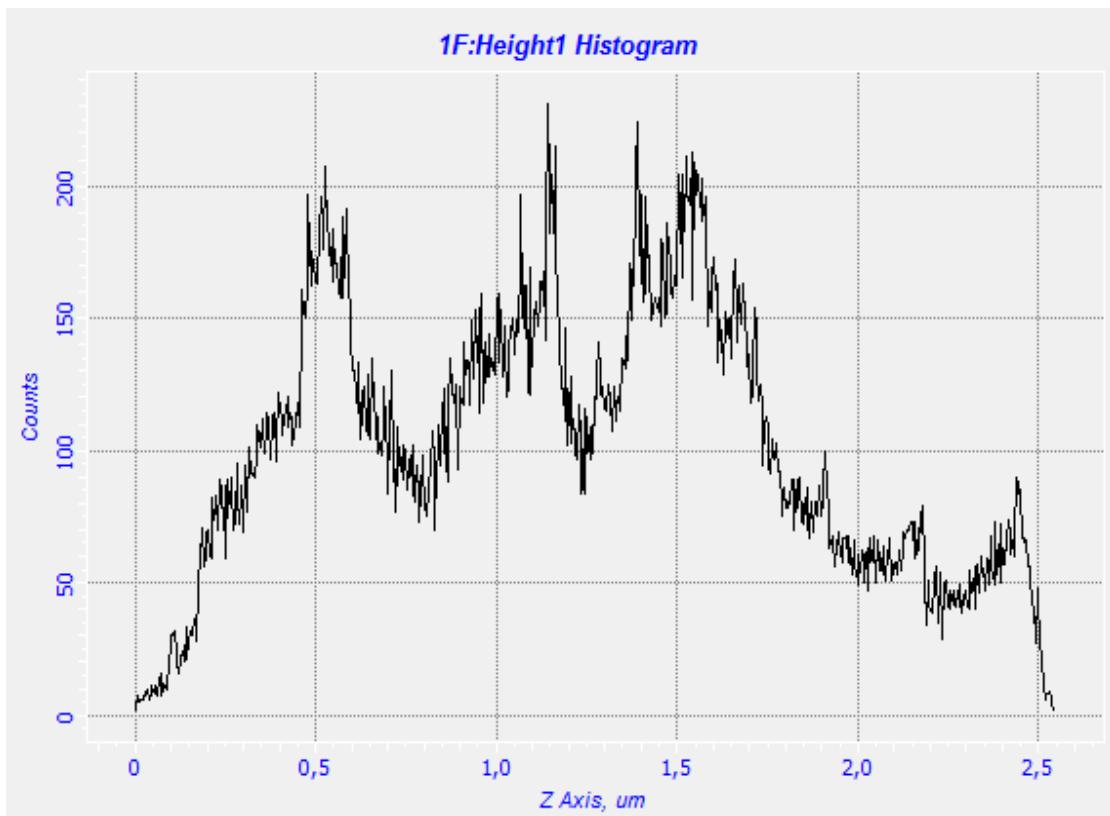


Рис. 2.1. Гистограмма рельефа поверхности ВОП «Термобарьер – 2» с концентрацией УНС 0.1% об.масс.

Полученные результаты дают представление об изменении рельефа поверхности ВОП «Термобарьер – 2». Необходимо провести дополнительные исследования, для изучения влияния УНС на огнезащитную эффективность ВОП.

Внесение УНС в состав полимера в целях повышения его защитных свойств, является перспективным направлением в области обеспечения противопожарной защиты металлических конструкций на объектах морских нефтепаливных терминалов.

#### Литература

1. S. Selvaraju, S.Ilaiyavel Applications of composites in marine industry /S.Selvaraju //, Journal of Engineering Research and Studies. – Vol.II/ Issue II/April-June,2011/89-91.
2. А. Д. Яковлев, Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебник для вузов. 5 – е изд., стереотип. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. – 448.
3. Zhenyu Wang, Enhou Han, Wei Ke, Effect of nanoparticles on the improvement in fire-resistant and anti-ageing properties of flame-retardant coating, Surface & Coatings Technology 200 (2006) 5706–5716
4. Л. Моисеева, С. Киреев, А. Евсеев, Научно-технический журнал «Наноиндустрия»// Перспективы использования многослойныхnano-композиционных полимерных покрытий для нефтегазовых трубопроводов» / «Наноиндустрия», Выпуск № 6/2008

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,  
г. Санкт-Петербург, Россия

I. A. Pustovalov, A. S. Davidenco

## IMPROVEMENT OF METHODS OF ENSURING FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES OF MARINE OFFSHORE OIL TERMINALS

The article considers the impact factors of aggressive environments that affect the mechanism of expansion of fire-retardant coatings at the facilities of offshore oil terminals. Methods for ensuring the stability of polymer coatings to aggressive environments are described

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

## ПРЕДПОСЫЛКИ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ВРЕМЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ БЛОКИРОВАНИЯ ЭВАКУАЦИОННЫХ ПУТЕЙ И ВЫХОДОВ ОПАСНЫМИ ФАКТОРАМИ ПОЖАРА

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на время компьютерного моделирования времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара (необходимого времени эвакуации) при расчете пожарного риска

Моделирование различных физических процессов нашло широкое применение в повседневной жизни.

В области пожарной безопасности широкое применение получило моделирование динамики развития пожара и процесса эвакуации людей при пожаре.

Моделирование динамики развития пожара и процесса эвакуации людей при пожаре используется как для научно-исследовательских работ, так и при проектировании зданий и сооружений.

Неотъемлемой частью проектной документации на здания и сооружения является расчет пожарных рисков, которые в свою очередь включают моделирование динамики развития пожара и процесса эвакуации людей при пожаре.

Расчеты пожарных рисков можно разделить условно на три этапа:

- расчет времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара;
- расчет времени эвакуации людей при пожаре;
- обработка результатов расчетов.

На сегодняшний день наиболее трудозатратным этапом расчетов пожарных рисков с точки зрения потерь времени специалистом является определение времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара. Согласно утвержденным методикам [1, 2] расчет времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара осуществляется с помощью трех математических моделей:

- интегральная;
- двухзонная (zonная или зональная);
- полевая (дифференциальная).

Интегральная и зонная математические модели пожара в здании согласно [1, 2] имеют ограничения, которые ограничивают сферу применения этих моделей. Наиболее универсальной математической моделью пожара в здании является полевая. Полевой метод моделирования пожара в здании не лишен своих минусов, главным минусом из которых является не время построения расчетной модели, а время компьютерного моделирования. В дальнейшем будет идти речь только о полевом методе моделирования пожара в здании.

Современные расчеты времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара проводят в специализированных программных продуктах. Проведя анализ программных продуктов, было установлено, что на территории России реализуются как минимум 8 программных продуктов, реализующих полевой метод моделирования пожара в здании. Из них 6 программных продуктов, основываются на программе Fire Dynamics Simulator (далее – FDS). На сегодняшний день 86 % расчетов времени блокирования эвакуационных выходов опасными факторами пожара по полевому методу моделирования пожара в здании производятся в программных продуктах на основе FDS.

В свою очередь расчет времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара можно разделить на три подэтапа:

- задание исходных данных;

- компьютерное моделирование динамики опасных факторов пожаров;
- обработка результатов.

Время, затрачиваемое на каждый из подэтапов зависит от разных факторов. Проведя анализ, были установлены следующие основные факторы по подэтапам:

1. Задание исходных данных:

- объем объекта моделирования;
- сложность объемно-планировочных решений.

2. Расчет динамики опасных факторов пожара:

– состав компьютерных комплектующих (параметры процессора, жесткого диска и т.д.);

- оптимизация расчетной области;
- параметры расчетной сетки.

3. Обработка результатов:

- количество расчетных точек;
- детализированность отчета по расчету пожарных рисков.

Значительный вклад вовремя, затрачиваемое на расчет времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара вносит второй подэтап. Рассмотрим некоторые факторы из второго подэтапа, влияющие на время компьютерного моделирования подробнее. Со стороны компьютерных комплектующих весомый вклад на время компьютерного моделирования вносит процессор, оперативная память, тип дискового устройства. К основным параметрам компьютерных комплектующих влияющим на время компьютерного моделирования можно отнести тактовую частоту и количество ядер процессора, скорость записи и чтение дискового устройства, частота, пропускная способность и тайминги оперативной памяти.

При построении модели расчетной области при расчете динамики опасных факторов пожара следует учитывать такие особенности расчета в программах основанных на FDS, такие как, количество ячеек используемых для построение сетки напрямую зависит от количества оперативной памяти, на 1 Гб оперативной памяти может максимально приходиться 1000000 ячеек сетки, количество сеток используемое в модели желательно должно быть меньше или равно количеству ядер процессора при параллельном расчете для уменьшения времени расчета, но количество сеток также может быть соответствовать количеству потоков в процессоре при этом время компьютерного моделирования может существенно возрасти по сравнению с вариантом когда количество сеток соответствовало бы количеству ядер в процессоре.

Установив зависимости выше приведенных факторов на время компьютерного моделирования динамики ОФП, станет возможным определение с некоторой долей вероятности экономически обоснованную цену за один этап расчета пожарного риска, а именно расчет времени блокирования эвакуационных выходов опасными факторами пожара.

#### Литература

1.Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382: (зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486): (в ред. от 12.12.2011) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (Дата обращения 22.01.2020).

2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404: (зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486): (в ред. от 12.12.2011) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (Дата обращения 27.01.2020).

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», г. Москва, Россия

R. V. Mironenko, V. N. Malinovskaya

## PRECONDITION FOR ASCERTAINMENT FACTORS WHICH INFLUENCE ON THE PERIOD COMPUTING MODELLING TIME BLOCKING EVACUATION WAYS AND EXITS BY HAZARDOUS FIRE FACTORS

In the article are described the main factors which influence on the period computing modelling time blocking evacuation ways and exits by hazardous fire factors (necessary time of evacuation) in case of computation fire risk

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

УДК 622.807

В. Д. Цыганков

### ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СМЕСЕЙ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКОВЕНИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

В данной статье рассматривается возможность применения программного продукта ANSYS Fluent для моделирования переноса и осаждения угольной пыли, образовавшейся в результате дробления, пересыпки и транспортировки угольного сырья, с целью прогнозирования возможных появлений пожаро-взрывоопасных концентраций пыли

Цель работы: Рассмотреть возможность применения программного продукта ANSYS для адекватного моделирования поведения угольной пыли разной дисперсии в заданных условиях.

Программное обеспечение ANSYS Fluent представляет собой комплексный программный продукт цель которого упростить и визуализировать инженерные расчеты различного прикладного характера, связанного с движением и взаимодействием между собой жидкостей (газов) и твердых тел.

В работах авторов [1, 2] было рассмотрена возможность применения данного программного продукта для моделирования движения воздушного потока в горных выработках, а также в работах [3-5] была опробована методика по моделированию движения воздушных ударных волн (рис. 1).

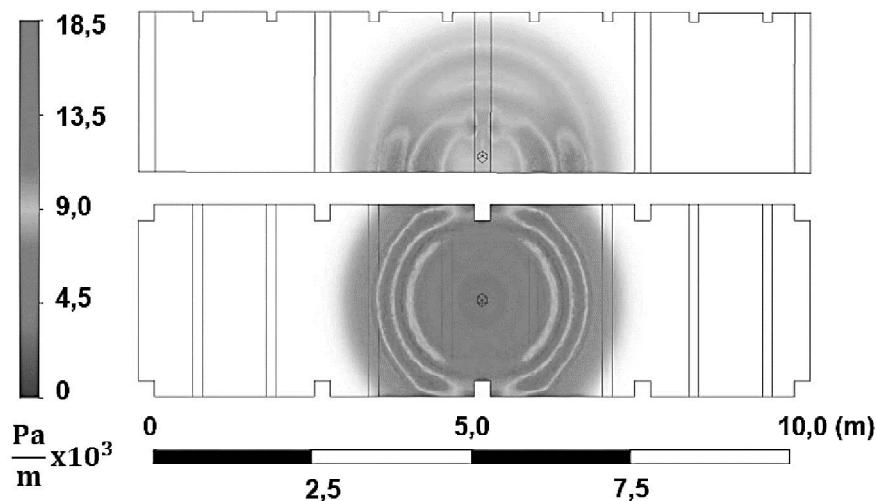


Рис. 1. Пример моделирования ударной воздушной волны в программном продукте ANSYS Fluent

Однако в данных работах решалась задача по моделированию движения однофазного потока (воздуха), в работе авторов [6] был рассмотрено движения двухфазной смеси газа и твердых частиц (топлива) в котельной установке (рис. 2), что и необходимо в нашем случае.

Как и в предыдущих работах в ней были проведены следующие основные этапы моделирования:

1. Создание геометрической модели исследуемого объекта;
2. Разбитие модели или генерация расчетной сетки;
3. Задание условий и параметров расчетной модели.

Кроме моделирования в программном продукте ANSYS Fluent (Рисунок 2) авторами было проведено физическое испытание данной установки с целью проверки сходимости результатов натурного испытания и испытания при помощи программного продукта. В результате чего была доказана высокая сходимость между ними для задач подобного типа.

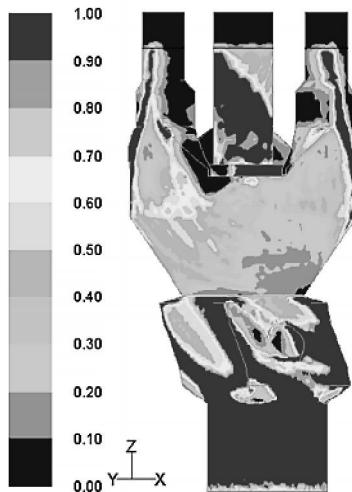


Рис. 2. Пример моделирования распределения твердых частиц в установке в программном продукте ANSYS Fluent [6]

После компиляции выше указанных методов моделирования поведения гибридных смесей необходимо будет адекватно оценить участки скопления опасных концентраций угольной пыли установок или же горных выработок, в зависимости от решаемой задачи. В работах авторов [7-9] подробно указаны наиболее взрывоопасные концентрации угольной пыли, выводы которых возможно использовать в дальнейшем анализе решаемой модели.

Выводы: Основываясь на опыт авторов работ, рассмотренных ранее можно сказать, что программный продукт ANSYS Fluent можно использовать для моделирования поведения гибридных смесей под воздействием внешних факторов среды, однако для получения наиболее точной расчетной модели данные моделирования должны быть проверены натурными испытаниями.

#### Литература

1. Каледина Н. О., Кобылкин С. С., Кобылкин А. С. Моделирование пульсирующего проветривания горных выработок. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S7. С. 449-453.
2. Кобылкин А. С. Исследование распределения вредных газов в горных выработках с использованием компьютерного моделирования. // Горный информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ). № 10 -М.: МГТУ -2014 г., стр. 202-207 ISSN 0236-1493
3. Родионов В. А., Цыганков В. Д. Возможность применения программного продукта ANSYS Fluent для повышения взрывозащиты горных выработок в угольных шахтах // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Задачи, технологии и решения комплексной безопасности Сборник статей по материалам XV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 208-210.

4. Цыганков В. Д. и др. Применение ANSYS Fluent для расчета параметров распространения ударной волны в узлах сопряжений горных выработок. // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 4 (48). С. 40-48.

5. Цыганков В. Д. и др. Моделирование взрыва пылеметановоздушных смесей в угольных шахтах с помощью 3D сканера. // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2018. № 4. С. 41-48.

6. Гассеева М. О., Квривишвили А. Р., Межов Е. А. Использование программы ANSYS Fluent для отработки конструкции и режимов работы пыледелителей и пылеконцентраторов для котлов блоков 300–500 МВт. // «Горение твердого топлива» Сборник статей по материалам VIII Всероссийская конференция с международным участием Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, 2012 г. С. 30.1-30.8.

7. Родионов В. А. и др. Исследование технологических свойств и показателей пожаровзрывоопасности каменноугольной пыли инновационными методами // Горный журнал. 2018. № 6. С. 45-49.

8. Родионов В. А. и др. Методика исследования влияния ингибирующих и флегматизирующих добавок на воспламеняемость и взрывчатость угольной пыли // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 5. С. 26-34.

9. Rodionov V. A., Magomet R. D., Soloviov V. B. Methodological Approach to Issue of Researching Dust-Explosion Protection of Mine Workings of Coal Mines // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) 10(2), 2019, pp. 1154–1161

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России»,  
г. Санкт-Петербург, Россия

V. D. Tsygankov

## POSSIBILITIES OF MODELING THE BEHAVIOR OF HYBRID MIXTURES IN AN ENCLOSED SPACE FOR THE REDUCTION OF THE PROBABILITY OF EDUCATION OF EXPLOSIVE HAZARDOUS CONCENTRATIONS

This article discusses the possibility of using the ANSYS Fluent software product to simulate the transfer and deposition of coal dust resulting from crushing, pouring and transportation of coal raw materials in order to predict the possible occurrence of fire and explosion hazardous dust concentrations

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

УДК 614.842.2

И. А. Бедрицкая, О. С. Власова

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ПСИХИАТРИЧЕСКИХ БОЛЬНИЦАХ И НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ БОЛЬНЫХ

В статье рассмотрены основные группы причин возникновения пожаров, произошедших в учреждениях медицинского профиля, производящих комплексную терапию в области психиатрии; проанализированы основные пожары, возникшие в психиатрических учреждениях Волгоградской области; уделено внимание специфическим методам оказания помощи душевнобольным людям и предложены меры по повышению уровня безопасности данных больниц

Под «чрезвычайной ситуацией» мы понимаем любую сложившуюся обстановку, в результате которой формируется опасная среда для пребывания в ней человека. Существует ряд обстоятельств для возникновения угрозы пребывания людей в данной среде. К ним можно отнести проявление стихийных сил природы (землетрясения, цунами, извержения вулканов), аномальные изменения биосферы (опустынивание, разрушение озонового слоя), распространение инфекционных заболеваний людей и животных (эпидемии), общественные события (терроризм, алкоголизм, наркомания, воины). В рамках нашей статьи мы будем говорить о пожарах, возникающих в учреждениях медицинского профиля, производящих

комплексную терапию в области психиатрии. Актуальность темы обусловлена высокой степенью сложности оказания помощи больным с психическими расстройствами.

Для начала важно понять масштабы рассматриваемой проблемы. Какова статистика возникновения пожаров в подобных больницах? Для того чтобы разобраться в основных причинах пожаров, важно проанализировать и изучить уже случившиеся ситуации. Согласно статистике в среднем за год 230 пожаров возникают в лечебных учреждениях [1]. Для примера хотелось бы обратить внимание на пожары, произошедшие в психиатрических больницах нашей области. Известное контингентом больных, находящихся на принудительном лечении в срок отбывания назначенного наказания является Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Волгоградская областная психиатрическая больница № 1», находящаяся в Волгоградской области, Калачевском районе, хуторе Ложки. Опасность для общества эти больные составляют не только в виду своих необычных наклонностей, но и в связи с тем, что здесь содержат под строжайшим контролем особо опасных нарушителей закона, которым к тому же параллельно оказываются помочь, как пациентам с нарушением психического здоровья. В данном учреждении также наблюдаются и проходят реабилитацию люди, не имеющие никакого отношения к вышеперечисленным больным, то есть это обычные граждане, ничем не отличившиеся перед законом. Этот факт заставляет задуматься о том, что в случае возникновения чрезвычайной ситуации, надо обеспечить безопасность не только при эвакуации всех больных и персонала, но и изолировать от общей массы людей, тех, у кого время пребывания в психиатрической больнице засчитывается в срок лишения свободы. К сведению, все эти больные располагаются в одном лечебном корпусе на 1-м и 2-м этажах. Пожар в этой больнице случился 17 февраля 2018 года. Загорелась хозяйственная постройка. Огонь с легкостью мог перекинуться на рядом расположенное отделение из-за сильного ветра и небольшого расстояния между этими зданиями. К месту происшествия оперативно прибыли пожарные расчеты, которые в сжатые сроки ликвидировали горение. В результате возгорания никто не пострадал. Предварительная причина – замыкание электропроводки.

Еще один случай, произошедший в городе Камышин, Волгоградской области случился 30 июня 2008 года в 16:00. В складском помещении на первом этаже загорелись вещи. 30 человек были эвакуированы из трёхэтажного здания, где случился пожар. Пострадавших нет. Причина пожара до сих пор не установлена или, что более вероятно не подлежит огласке. Не менее «громкий» случай произошел 16 февраля 2017 года. Пожар произошел в здании филиала Волгоградской областной клинической психиатрической больницы № 2 города Волжского. Помогли установить причину пожара записи с камер видеонаблюдения. Мужчина, в маске с прорезями для глаз совершил поджог. В адрес медперсонала поступили угрозы травматическим пистолетом, после чего поджигатель разлил в двух кабинетах принесенную с собой в канистре воспламеняющуюся жидкость, поджег ее и скрылся. Никто не пострадал, имущество больницы осталось целым, но эвакуировать людей все же пришлось. Целью поджога было уничтожение материалов анализов, которые накануне происшествия были взяты у преступника. Проанализировав данные примеры пожаров можно выделить две группы причин возникновения пожара. Первая группа представляет собой пожары, возникшие по случайному стечению обстоятельств, не по вине человека, например, аварийное состояние электропроводки; сложное диагностическое оборудование, которое создает пожарную нагрузку на помещение и повышает риск появления возгораний; использование в работе пожароопасных веществ (медицинский спирт, аммиак в соединении с кислородом, концентрированная перекись водорода). Вторая - в результате умышленных действий человека, назовем это «Антропогенные причины», к ним относятся курение в неподложенных местах; перегрузка электросетей; нарушение техники безопасности при проведении сварочных работ и поджоги, что наиболее актуально для психоневрологических и наркологических диспансеров и больниц [2, 3].

Диаграмма основных причин возникновения пожаров в медицинских учреждениях представлена на рисунке.



#### Основные причины возникновения пожаров в ЛПУ

Если говорить о строительных нормах и требованиях, предъявляемых к общественным зданиям, в частности к психиатрическим больницам, то лечебные корпуса психиатрических больниц и диспансеров должны быть высотой не более 9 м, не ниже II степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности С0. Анализ пожаров в медицинских учреждениях стационарного типа и зданий подобного функционального назначения, показал, что наиболее трагические последствия имеют пожары, которые происходят в зданиях 3-5 степени огнестойкости. Большинство больниц построены очень давно и поэтому возникает необходимость поднимать вопрос об ужесточении требований пожарной безопасности в лечебных учреждениях, так как возводить новые современные здания не представляется возможным из-за нехватки средств в бюджете страны.

Достаточное внимание должно уделяться усилению пожарной безопасности больниц. Широко известный пожар в Наркологический больнице № 17 г. Москвы вызвал огромный отклик в обществе. Санитарные потери были колоссальными. 45 пациентов погибли по халатности руководителей [5, 6]. Всем известный факт: противопожарный режим в больнице заблаговременно определяется приказом главного врача. В известность ставятся все сотрудники. Отрабатываются действия медперсонала в случае возникновения ЧС. Все сотрудники проходят противопожарный инструктаж, проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму, происходит проверка знаний ППБ. В данном случае соблюдены все эти пункты не были, что и стало следствием произошедшего.

Основной состав больных в рассматриваемых нами учреждениях – люди с психическими, психоневрологическими и неврологическими нарушениями здоровья различной степени тяжести, что безусловно осложняет ситуацию. В случае возникновения пожара на объекте пациенты, находящиеся под действием сильнодействующих психотропных веществ, а также в состоянии лечебного сна или те, кто не имеет возможности самостоятельно передвигаться – представляют главную проблему при эвакуации для спасателей. Специфичность оказания помощи таким пациентам главным образом заключается как раз не в действиях спасателей, а в обучении самих пациентов, находящихся на стационарном лечении самоспасанию и спасению соседа по палате. И как показывает практика люди действительно справляются с этой задачей самостоятельно. Все это благодаря частым тренировкам и участию в практических занятиях медперсонала. Пациенты знают, что спящего соседа необходимо разбудить, а ослабленному больному помочь выйти из палаты. За многие годы подобных тренировок отмечено, что даже больные с дефектом личности организованно и без паники с легкостью покидают помещение через обозначенные эвакуационные выходы.

При планировании действий по тушению пожаров важно учитывать несколько факторов, затрудняющих действия подразделений. Один из таких - металлические сетки и решетки на окнах и дверях. Рекомендуется для непредвиденных ситуаций как минимум одну из решеток сделать распашной или легкосъемной. При этом ключ должен находиться в доступном месте, чтобы не тратить время на его поиски.

Как показали регулярно проводимые проверки объектов здравоохранения, каждый 5-й объект функционирует с нарушением правил пожарной безопасности. Более 20 % из них находятся в неудовлетворительном состоянии с точки зрения противопожарной безопасности. Более чем у 40% нет систем автоматизированной пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре и неисправны электросети. Обстановка отягощается тем, что многие здания, особенно построенные в 1970–1980-х гг., не оснащены пожарной сигнализацией вовсе, в них отсутствуют как противопожарный водопровод, так и незадымляемые эвакуационные лестницы [7]. Исходя из вышеизложенной информации нетрудно догадаться о последствиях потерь не только материального плана, но и утраты того эффекта лечения, которое проводилось с больными. Не всегда эвакуация и спасение могут идти по четко выстроенному плану служб. У некоторых пациентов начинаются панические атаки, нервные срывы. Здесь необходима психотерапевтическая помощь, дабы предотвратить развитие болезни, переход её на другой уровень, что позволит существенно сократить нагрузку на дальнейшие звенья оказания специализированной медицинской помощи. В основе организации лежат следующие принципы: системность; многоуровневость; единонаучалие; дифференцированность; доступность; этапность; последовательность; комплексность. Однако при различных чрезвычайных ситуациях вышеуказанные принципы имеют свою специфику [8, 9].

Таким образом, для снижения количества пожаров в психиатрических больницах важнее всего предотвратить появление опасных факторов [10]. Необходимо создать систему активной пожарной защиты; переоборудовать, модернизировать и изменять объемно-планировочные решения даже в процессе многолетней эксплуатации корпусов; планировать и проводить мероприятия по повышению устойчивости зданий здравоохранения. Это первоочередные мероприятия по обеспечению безопасного функционирования психиатрических больниц и не только их.

#### Литература

1. Коробков В. А., Ведерников С. А. Анализ причин возникновения пожаров в медицинских учреждениях РФ // [Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности](#) материалы VI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей – 2019. – с. 202-204

2. Анеков А., Проблемы ПБ в лечебных учреждениях // научн. журн. Социальная и клиническая психиатрия. Т.23. № 2. – 2013. – с.5-14.
3. Ревина Л. Н. Причины возникновения пожара в психиатрической больнице и сложность эвакуации. // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы, сборник статей Международной научно-практической конференции: в 5 частях – 2018 –с. 124-126.
4. Машенцева И. А., Рудченко Г. И. Проблемы эвакуации пациентов различных групп мобильности из медицинских учреждений стационарного типа. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности материалы VI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей – 2019 –с.260-263.
5. Шапошников Н. Н., Астахова Л. В., Романов Р. А. Особенности противопожарной безопасности в общепсихиатрическом отделении // XVI съезд психиатров России. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "Психиатрия на этапах реформ: проблемы и перспективы" – с.2015 –583.
6. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка мобильных качеств пациентов различных отделений городских клинических больниц // научн. журн. Пожаровзрывобезопасность. Т.20. № 12. – 2011 – с.42-44.
7. Скачков О. Н., Чепелев А. В. Обеспечение защиты пациентов и медицинского персонала при пожаре в лечебных учреждениях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности, Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях – 2019 –329-334 с.
8. Зуйкова А. К., Бакулева Н. И., Скляроват П. Психиатрические и психотерапевтические аспекты оказания первичной специализированной помощи пострадавшим при пожарах в воронежской области // науч. журн. Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. № 1(10) – 2019 –с.136-138.
9. Шпорт С. В., Бедина И. А., Организация психологопсихиатрической помощи при различных чрезвычайных ситуациях // XVI съезд психиатров россии. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "психиатрия на этапах реформ: проблемы и перспективы" – 2015 – с.497.
10. Шкарин В. В., Себелев А. И., Ярмолич В. А., Данилов В. А., Организация медицинской эвакуации пострадавших и больных в Волгоградской области // научн. журн. Медицина катастроф. № 2 (94) – 2016 – с. 31-36.

Волгоградский государственный технический университет. Институт архитектуры и строительства,  
г. Волгоград, Россия

I. A. Bedritskaya, O. S. Vlasova

## ANALYSIS OF POSSIBLE CAUSES OF FIRES IN PSYCHIATRIC HOSPITALS AND THE NEGATIVE IMPACT ON THE CONDITION OF PATIENTS

The article considers the main groups of causes of fires that occurred in medical institutions that perform complex therapy in the field of psychiatry; analyzes the main fires that occurred in psychiatric institutions in the Volgograd region; pays attention to specific methods of providing assistance to mentally ill people and suggests measures to improve the safety of these hospitals

Volgograd State Technical University. Institute of Architecture and Construction, Volgograd, Russia

УДК 614.849

В. И. Молчанов, Н. В. Селюнина

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ ПОЖАРНЫХ

В статье изучены требования для подготовки пожарных, проанализированы подходы к формированию профессиональных компетенций и предложены вариант формирования навыком посредством создания добровольной пожарной студенческой дружины

Современная теория профессионального самоопределения требует своевременной ориентации в мире быстро меняющихся требований на профессии, поскольку

конкурентоспособность работника на рынке труда зависит от скорости реакции при выборе образовательного пути личности. Современный образовательный процесс направлен не только на накопление знаний, но и на развитие навыков применения знаний на практике и развития определенных дополнительных компетенций, которые достигаются путем интеграции образования и производства, развития стратегических партнерских отношений и развития индивидуальных образовательных путей.

Тенденция интеграции образования и производства предполагает постоянное улучшение взаимовыгодных отношений в следующих областях: развитие материально-технической базы, развитие стратегических партнерств, формирование индивидуальных образовательных траекторий в рамках регионального промышленного комплекса. Прогнозирование возможных изменений в техносфере позволяет гибко реагировать на систему обучения профессиональным навыкам на требования рабочих мест, если они объединены в единую систему [1].

В условиях интенсивного развития промышленности, транспорта, сельскохозяйственного производства и строительства антропогенная нагрузка быстро растет, особое внимание уделяется охране окружающей среды и уменьшению возникновения экологических заболеваний. На кафедре техносферной безопасности студенты, участвующие в разработке организационных и конструкторских проектов, были вовлечены в темы: «Расчет пожарных рисков» и «Новые документы по охране труда, пожарной и промышленной безопасности» [2].

Рассмотреть вопрос о повышении квалификации будущих пожарных в рамках учебного заведения. Потому что основным мотивом выбора профессии пожарного является способность спасти человеческую жизнь, поэтому одним из самых личных качеств является ответственность, внимательность, смелость и сострадание. Кроме того, его физические способности должны соответствовать требованиям экстренного действия, например, способности противодействовать стихии самого огня.

Согласно технике и тактике пожаротушения, необходимо четкое взаимодействие с оптимальным разделением обязанностей, непрерывное обучение этим навыкам [3]. Слаженные действия команды единомышленников зависят от постоянного развития профессиональных навыков и поддержания оборудования и устройств в хорошем состоянии.

Анализ квалификационных требований содержится в должностной инструкции государственной пожарной охраны. Обязательным условием для работы по профессии является завершение обучения в средней школе и по огню по специальной программе, а также состояние здоровья, соответствующее условиям профессии. Требования к квалификации пожарного состоят из перечня необходимых знаний, основными из которых являются: положения Государственного управления пожарной охраны Российской Федерации; правила использования пожарно-спасательных средств, оборудования, средств индивидуальной защиты органов дыхания; методы локализации и ликвидации пожаров, последствий техногенных катастроф и стихийных бедствий; тактика пожаротушения; горючие свойства материалов; методы спасения, эвакуация людей и личная безопасность, методы оказания первой помощи; методы вскрытия и разборки завалов; Адресное расположение объектов [3].

Расширение обязанностей сотрудников разрешается путем внедрения новых технологий для повышения эффективности работы.

Дополнения относятся к эквивалентным обязанностям с точки зрения сложности и не требуют знания других специальностей и квалификаций. Эти знания генерируются в системе высшего образования, но для обучения практическим навыкам необходимо пройти специальную подготовку, в то время как общеобразовательные учреждения и учебные заведения МЧС занимаются подготовкой пожарных к различные уровни. В высших учебных заведениях пожарные обучаются в следующих областях знаний: законодательные, нормативно-правовые акты и нормативные акты Государственной противопожарной службы

Российской Федерации; методы оказания помощи при ожогах, переломах, внутренних кровотечениях, отравлениях продуктами сгорания до прибытия врачей; способы обеспечения личной безопасности; использование средств индивидуальной защиты при наличии взрывоопасных и радиоактивных веществ в источнике возгорания; горючие свойства материалов, боковые факторы сгорания взрывчатых веществ и радиации; Содержание требований и порядок проверки пожарной безопасности жилых и социально значимых объектов [4].

Требования к пожарным, которые определены в системе МЧС России: правила использования, устройства и способы применения пожарно-спасательных средств, устройства, средства индивидуальной защиты органов дыхания; Адрес расположения объектов в области, связанной с деталью; принцип организации противопожарных сетей водоснабжения, расположение гидрантов; Методы локализации и ликвидации пожаров, последствий техногенных и природных катастроф в неблагоприятных климатических условиях и труднодоступной местности; Тушение тактики пожаров, правила борьбы с распространением огня в жилых и промышленных зданиях, городских и сельских населенных пунктах морским, речным, железнодорожным и автомобильным транспортом; Методы спасения, эвакуации людей и материальных ценностей от пожаров и потенциально опасных зон; Процессы противопожарной защиты и пожаротушения в электрических системах; Методы вскрытия и демонтажа мусора, вызванного обрушением зданий и сооружений.

Программа пожарно-тактической подготовки содержит информацию о тактике пожарных, правилах эвакуации населения, способах ликвидации последствий стихийных и техногенных катастроф

Поэтому для эффективного обучения профессиональных навыков пожарных требуется сочетание теоретических и практических упражнений. В целях объединения усилий различных структур в качестве учебной меры можно использовать материально-техническую базу учебных подразделений ведомств, создавать подразделения противопожарной защиты, проводить противопожарные учения и обучать персонал на противопожарной полосе в сложных погодных условиях.

Согласно документам МЧС, при обучении курсантов используются дымовые факторы, нулевая видимость, работа на высоте; выработать навыки оказания помощи жертвам; потушить загар на манекенах; демонтировать искусственные блокировки, чтобы спасти жертв. Курсанты знакомятся с учебным материалом для травматологов и психологов и организуют экскурсии в морг [5].

Развитие практических навыков в экстремальных условиях, развивает устойчивость к стрессовым ситуациям, инициирует аналитическое восприятие цепочки событий и формирует алгоритм действий пожарного. Опасность, связанная с выполнением профессиональных обязанностей, не должна вызывать зависимость и тупость будильности работников, поэтому вводные задания и условия обучения меняются. Тренировки по пожарной тренировке продолжаются на основном месте службы пожарного. Работник обязан изучить методы безопасного пожаротушения, чтобы получить разрешение на самостоятельную работу [6].

Формирование взаимодействия между МЧС и системой высшего образования возможно в виде создания пожарных-добровольцев, которые позволят студентам-практикам приобрести практические навыки в области «техносферной безопасности». В высшем учебном заведении есть отдел пожарной безопасности, куда можно привлекать студентов, чтобы они давали советы и помогали в ряде мероприятий, проводимых отделом. Например, осуществление своевременной перемотки рукавов в школьных и жилых зданиях, а также помочь в эвакуации людей во время учений и чрезвычайных ситуаций. Таким образом

Для организации процесса подготовки профессиональных навыков пожарных требуется не только теоретические знания, но и практические навыки, поэтому хочу сказать,

что взаимодействие университета с пожарными МЧС России осуществляется путем создания ДПД представляет собой профессиональные навыки, необходимые для создания отличного пожарного.

#### Литература

1. Перминова О. М. Современная модель специализированной подготовки в университетском комплексе // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2006. № 2. С. 88-91.
2. Перминова О. М., Файзуллин Р. В. Алгоритм оптимизации обучения работников профессиональным навыкам // Вестник ИжГТУ: период. научно-теоретический журнал ИжГТУ.-2013.-№ 2-Ижевск: Издательство ИжГТУ. М. Т. Калашникова, 2013- с. 57-59
3. Прайова В., Перминова О., Файзуллин Р. Принципы взаимодействия организаций при формировании профессиональных навыков у специалистов мехатроники в региональном отраслевом кластере // Процедия Инжиниринг 2014. С. 370-373.
4. Перминова О. М., Файзуллин Р.В. Механизм взаимодействия интеграции при формировании профессиональных навыков в региональной информационно-коммуникационной системе // Вестник ИжГТУ. М. Т. Калашников. 2014. № 1. С. 75-77.
5. Севастьянов Б. В., Перминова О. М., Лисина Е. Б., Селюнина Н. В., Лисин В. А. Реализация тренингов на основе учебных проектов в области «Техносферная безопасность» в ИжГТУ им. М.Т. Калашникова // «Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми образовательными системами» // Материалы VII Международной конференции. Россия, Ижевск, 21-22 февраля 2017 г., с. 73-81
6. Севастьянов Б. В., Перминова О. М., Лисина Е. Б., Селюнина Н. В. Создание профессиональных компетенций студентов в области «Техносферная безопасность» в Государственном техническом университете им. М.Т. в Ижевске Калашников на основе конструкторского подхода // Математические модели и информационные технологии в организации производства: период. научно-практический журнал.-2016.-№ 2.-Ижевск: Изд-во МГТУ, 2016.-С.41-44
7. Урбатский Н. П. Техника и тактика борьбы с лесными пожарами. - М.: Гослесбумиздат, 1962.-154 с.
8. Энциклопедия безопасности "Против огня". Электронный ресурс. <https://ProtivPozhara.com/rabota/podgotovka/professija-pozharnogo> (дата доступа 10.2.201.201)
9. <https://base.garant.ru/180422/> (Дата доступа 25.25.2019)
10. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 12.12.1994 N 69-ФЗ (последняя версия)
11. Указ МЧС России от 20 октября 2017 г. № 452 «Об утверждении карты пожарной охраны»
12. <https://base.garant.ru/55170898/de40175ab12d04d68f792b5b742a18fc/> (Дата отмены 30 октября 2019 г.)

Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

V. I. Molchanov, N. V. Selyunina

#### ORGANIZATION OF THE PROCESS OF BUILDING THE PROFESSIONAL SKILLS OF FIREFIGHTERS

The article studied the requirements for training firefighters, analyzed approaches to the formation of professional competences and proposed the option of formation by skill through the creation of a voluntary fire student team

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

УДК 614.84

Н. А. Жамхарян, Е. И. Стабровская, Н. Н. Турова

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В «ДЕТСКО–ЮНОШЕСКОЙ СПОРТИВНОЙ ШКОЛЕ»

В данной статье представлено предложение по увеличению пожаробезопасности в «Детско-юношеской спортивной школе» путем установки спринклерной системы, а так же рассмотрены автоматические установки пожаротушения и принцип работы спринклерной установки

Детско–юношеская спортивная школа рассматривается как социально значимый объект, в котором ежедневно с 08:00 до 21:00 часа занимаются школьники различной возрастной категории от 6 до 18 лет. Поэтому соблюдение правил пожарной безопасности на наш взгляд является наиболее актуальным.

Спортивный комплекс представляет собой одноэтажное здание III степени огнестойкости. Наружные стены выполнены из кирпича, который обладает пределом огнестойкости 150 минут, после которого наступает потеря несущей, теплоизоляционной способности и потеря целостности. Перегородки и перекрытия изготовлены из дерева, предел огнестойкости которого 15 минут, после чего наступает потеря теплоизоляционной и несущей способности, потеря целостности. Конструкция крыши представляет собой каркас, от которой зависит жесткая форма и несущие способности, а также кровли. Стропильный каркас состоит из опор, установленных вертикально, и затяжек, которые закрепляются горизонтально. В разрезе конструкция выглядит как треугольник. Для формирования каркаса в деревянном строении используется древесина. Брус для формирования стоек имеет сечение 150 x 150 м, а для ригелей, подкосов и стропильных ног брус 50 x 150 мм. Расстояние между стропилами и стойками составляет от 60 до 120 мм. Стропильный каркас выполнен из сухой древесины. Предел огнестойкости не нормируется.

Для увеличения пожаробезопасности в детско – юношеской спортивной школе предлагается автоматическая установка пожаротушения, а именно спринклерная система. Спринклерная система пожаротушения экономически выгодна для данного объекта, а также значительно безопаснее, чем порошковые и другие аналоги.

Автоматическая установка пожаротушения состоит из следующих основных элементов:

- насосной станции автоматического пожаротушения с системой входных (всасывающих) и подводящих (напорных) трубопроводов;
- узлов управления с системой питающих и распределительных трубопроводов с установленными на них спринклерными оросителями.

#### Принцип работы спринклерной установки АУПТ

При возникновении загорания в помещении, находящейся под защитой спринклерной системой, и повышении температуры воздуха более 68 °С разрушается тепловой замок (стеклянная колба) спринклерного оросителя. Вода, находящаяся в трубопроводах-распределителях под давлением, выталкивает клапан, перекрывающий выходное отверстие спринклера, и он вскрывается.

Давление в сети падает, при поступлении воды из спринклерного оросителя в помещение. Сигнализаторы давления, установленные на напорном трубопроводе, срабатывают при падении давления на 0,1 МПа; подается импульс на включение рабочего насоса.

Насос берет воду с муниципальной водопроводной сети, избегая водомерный участок, и подает её в систему трубопроводов установки пожаротушения и автоматически включается помпа.

Сигнализаторы потока воды, при появлении пожара, дублируют сигналы о срабатывании АУПТ (этим самым идентифицируя место возгорания) и, в то же время, выключают систему энергопитания соответствующего этажа [1].

Одновременно с механическим подключением конструкции пожаротушения в здание пожарного поста с постоянным присутствием своевременного персонала переходят сигналы о пожаре, введении насосов и основе работы конструкции в соответствующем направлении, световая передача сигналов сопровождается звуковой.

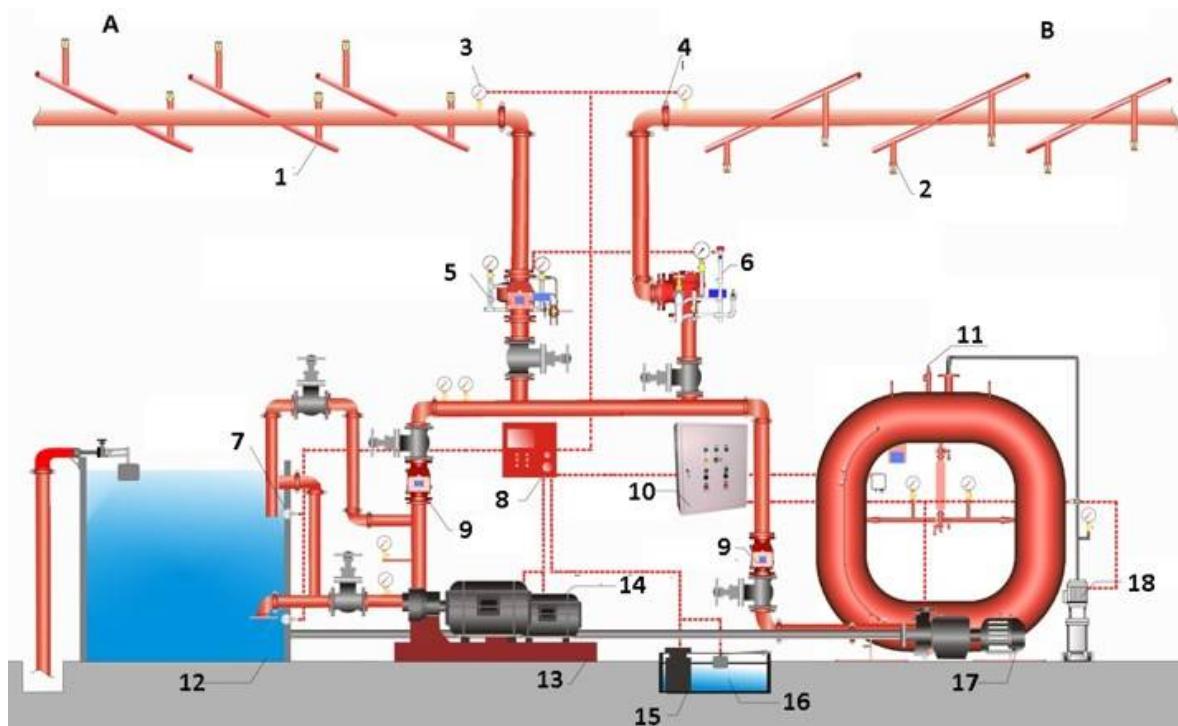


Рис. 1. Схема функционирования автоматической спринклерной системы водяного пожаротушения

А. Водозаполненный питающий трубопровод;

Б. Воздовоздушный питающий трубопровод;

1. Спринклерные оросители СВВ розеткой вверх;

2. Спринклерные оросители СВН розеткой вниз;

3. Датчик контроля подачи огнетушащего вещества;

4. Разъемные трубопроводные муфты;

5. Узел управления спринклерный водозаполненный прямоточный;

6. Узел управления спринклерный на базе клапана СКД воздушный;

7. Устройство контроля уровня огнетушащей жидкости в резервуаре;

8. Центральное устройство управления и контроля всей установкой;

9. Клапан однодисковый обратный поворотный;

10. Шкаф управления системой автоматического поддержания давления в трубопроводе;

11. Водопитатель автоматический;

12. Резервуар с огнетушащим веществом;

13. Насос основной;

14. Насос резервный;

15. Насос откачивающий дренажный;

16. Приямок дренажный;

17. Насос заполнения водопитателя;

18. Компрессор.

Подбор оборудования для АУПТ

По степени опасности развития пожара помещение спортивного зала условно относится к 1-й группе [2]:

– интенсивность орошения -  $0,08 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ ;

– площадь для расчета расхода воды -  $550 \text{ м}^2$ ;

– минимальный расход воды установки пожаротушения –  $10 \text{ л}/\text{с}$ ;

– продолжительность работы - 30 мин;

– диаметр распределительного трубопровода – Ø50 мм, питающего – Ø 150 мм.

Для защиты спортивного зала выбираем ороситель СВН-12 с коэффициентом производительности  $k = 0,47$  (по тех. документации на оросителя).

#### Спринклер марки СВН-12.

Основным рабочим узлом, от которого зависит как быстродействие, так и эффективность всей установки пожаротушения является спринклерный ороситель. Главной частью оросителя является капсула, в которой содержится термочувствительная жидкость. Температура срабатывания которой строго определена и колеблется в диапазоне  $57 - 343^{\circ}\text{C}$ . Температура активации у конкретной модели распылителя можно легко узнать по цвету капсулы. Капсулы с температурой активации  $57^{\circ}\text{C}$  и  $68^{\circ}\text{C}$  считаются низкотемпературными [3].



Рис. 2. Цвета капсул оросителя в зависимости от температуры срабатывания

Оптимальной продолжительностью срабатывания спринклерных оросителей считается 2 – 3 минуты, она не должна превышать 5 мин с момента срабатывания капсул.



Рис. 3. Ороситель СВН-12

Характеристики оросителя СВН-12 указаны в табл. 1.

Таблица 1

#### Технические характеристики оросителя

Наименование параметра	Значение
Коэффициент производительности	0,47
Диапазон рабочего давления, МПа	0,05-1,0
Защищаемая площадь, м <sup>2</sup>	12
Габаритные размеры	57x32
Присоединительная резьба	R1/2
Номинальная температура срабатывания, °C	68
Номинальное время срабатывания, с	300
Маркировочный цвет жидкости в колбе	Красный
К-фактор	6,1(89,1)
Сертификат соответствия 29122020	

АУПТ должны обеспечивать:

- срабатывание в течение времени, не превышающего длительность начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара) по ГОСТ 12.1.004;
- необходимую интенсивность орошения или удельный расход огнетушащего вещества;
- ликвидацию или локализацию пожара в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств;
- требуемую надежность функционирования.

Автоматические установки пожаротушения обязаны осуществлять в то же время и функции автоматической пожарной сигнализации. В спринклерных установках с целью исполнения данной функции имеют все шансы являться использованы сигнализаторы струи воды, а присутствие отсутствии последних - детекторы давления в узлах управления.

В зависимости температуры воздуха в помещении спринклерные установки следует проектировать [4]:

водозаполненными - для помещений с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше; воздушными - для неотапливаемых помещений с минимальной температурой ниже 5 °С.

Не рекомендуется применять спринклерные установки для помещений высотой более 20 м.

#### Расстановка оросителей

Для одной секции спринклерной установки допустимо принимать не более 800 спринклерных оросителей всех типов.

В воздушных спринклерных АУПТ общая ёмкость трубопроводов секций не должна превышать 3 м<sup>3</sup>.

В водозаполненных спринклерных АУПТ в качестве сигнального клапана может использоваться сигнализатор потока жидкости, за которым должен быть установлен обратный клапан.

Каждая секция спринклерной установки должна иметь самостоятельный узел управления.

Расстояние от горизонтальной части розетки спринклерного оросителя, горизонтально установленного относительно своей оси, до плоскости перекрытия (покрытия) должно составлять от 0,08 до 0,4 м.

В пределах помещения следует использовать оросители одного типа с одинаковым диаметром форсунки [5].

Расстояние между спринклерными оросителями и стенами (перегородками) с классом пожарной опасности К1 не должно превышать половины расстояния между спринклерными оросителями, указанными в табл. 2.

Таблица 2  
Основные характеристики

Группа помещений	Интенсивность орошения защищаемой площади, л/(с·м <sup>2</sup> ), не менее		Расход, л/с, не менее		Минимальная площадь спринклерной АУП, м <sup>2</sup> , не менее	Продолжительность подачи воды, мин, не менее	Максимальное расстояние между оросителями, м
	водой	раствором пенообразователя	воды	раствора пенообразователя			
1	0,08	-	10	-	60	30	4

Расстояние между спринклерными оросителями и стенами (перегородками) с ненормируемым классом пожарной опасности не должно превышать 1,2 м.

Расстояние между спринклерными оросителями установок водяного пожаротушения, устанавливаемыми под гладкими перекрытиями (покрытиями), должно быть не менее 1,5 м.

Таким образом установка данной системы автоматического пожаротушения будет целесообразной.

Определение расчетного расхода воды на защищаемой площади производится по следующим формулам:

определение расхода и напора перед «диктующим оросителем» определяется по формуле

$$Q = k\sqrt{H} \quad (1)$$

расход «диктующего» оросителя должен обеспечивать нормативную интенсивность орошения (2), поэтому

$$Q_{min} = I \cdot S, \quad (2)$$

где I - интенсивность орошения;

S - площадь орошения одним оросителем;

потери напора на участках ветвей оросителя определяются по формуле

$$H_{n-(n+1)} = \frac{Q_n^2}{k_m} \cdot l_{n-(n+1)}, \quad (3)$$

где n – номер участка ветви оросителя;

$k_m$  – удельное сопротивление трубопровода (выбираем по таблице В2 СП 5.13130.2009);

суммарный расход воды одной ветви оросителей рассчитывается по формуле

$$Q_{\Sigma} = \sum_{n=1}^f Q_n, \quad (4)$$

где n – номер оросителя;

f – количество оросителей.

Суммарный расход воды в соответствии с нормативными документами должен составлять более 10 л/с.

#### Литература

1. НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования — М.: Изд-во стандартов, 2002. — С. 64.;
2. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические нормы и правила проектирования — М.: Изд-во стандартов, 2009. — С. 100.;
3. Производственная и пожарная автоматика, Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения : учеб. пособие / В. П. Бабуров [и др]. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. — 298 с.;
4. Теребнёв В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 1: Жилые и общественные здания и сооружения / В. В. Теребнёв, Н. С. Артемьев, А. И. Думилин. — М.: Пожнauка, 2006. — 314 с.;
5. СНиП 2.04.09-84 Пожарная автоматика зданий и сооружений — М.: Изд-во стандартов, 1985. - С. 82.

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

N. A. Zhamharyan, E. I. Stabrovskaya, N. N. Turova

#### IMPROVING THE AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEM IN THE «CHILDREN AND SPORTS SCHOOL»

This article offers suggestions for the improvement of fire safety in the "Children and Youth Sports School" through the installation of a sprinkler system, as well as an automatic fire-extinguishing system and the principle of operation of the sprinkler installation

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

УДК398.315:625.578.4

Е. И. Стабровская, Н. Н. Турова, Н. А. Жамхарян

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

В статье рассмотрены основные нарушения пожарной безопасности на территории контейнерного терминала. А также предложены основные технические решения по обеспечению пожарной безопасности на территории контейнерного терминала

Эффективное функционирование железнодорожного транспорта Российской Федерации играет исключительную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует созданию условий для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе.

Перспективы развития железнодорожных контейнерных терминалов определяются динамикой перевозок по направлениям и структурой по видам грузов, характеристиками грузоотправителей [1].

Большинство контейнерных терминалов являются объектами повышенной пожарной опасности. При размещении данных объектов в границах поселений и городских округов необходимо учитывать возможность воздействия опасных факторов пожара на соседние объекты защиты, климатические и географические особенности, рельеф местности, направление течения рек и преобладающее направление ветра, а также вероятность образования техногенных аварий.

По данным статистики МЧС России, в период с 2013 по 2019 гг. доля пожаров в год на складских объектах, открытых территориях и прочих объектах составляет 4,18 % (примерно 6529 пожаров в год) всех пожаров, а соответственно на данную долю может приходится определенный процент на объекты, где складируются контейнеры [3].

Основными причинами пожаров на объектах складирования и хранения являются:

- 30,3 % - нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования неосторожное обращение с огнем (огневые работы);
- 22 % - от неосторожного обращения с огнем;
- 19 % - поджоги;
- 7 % - нарушения правил устройства и эксплуатации транспортных средств;
- 6,2 % - несоблюдение правил хранения веществ и материалов.

Операции по погрузке и разгрузки контейнеров происходят в специализированных терминалах, которые характеризуются довольно высокой пожарной опасностью. Это связано с такими проектно-конструкционными, эксплуатационными и технологическими особенностями терминалов, как:

- разнообразием обращаемых грузов и способами их хранения. В контейнерах могут перевозиться удобрения, химически опасные вещества, пожароопасные и взрывчатые вещества и к каждому виду контейнеров применяются особые способы защиты;
- разнообразием поведения грузов в условиях пожара, изменения их физико-химических свойств;
- необходимость перемещения по территории терминала крупных сборочно-монтажных, погрузочно-разгрузочных единиц;

– существенные трудозатраты на обработку контейнеров, приводящие к необходимости нахождения относительно большого количества людей на контейнерном терминале;

- применение значительного количества электроустановок;
- наличие автоматизированных установок и транспортных средств.

Причины пожаров на контейнерных терминалах:

- самовоспламенение груза в контейнере;
- неисправность узлов, механизмов автомобильного транспорта;
- нарушение правил пожарной безопасности;
- неосторожное обращение с огнем;
- электротехническая.

Контейнерные терминалы как элемент контейнерной транспортной системы являются объектами транспортной отрасли. В контейнерных терминалах не происходят процессы, связанные с загрузкой (наливом) контейнеров горючими веществами и материалами, однако пожарная опасность контейнерных площадок обусловлена процессами механизации контейнеров, связанными с перемещением, установкой и креплением контейнеров с использованием грузоподъемных машин. В то же время пожарную опасность контейнерных терминалов повышает само многообразие веществ и материалов с различными физико-химическими свойствами, а также использование электрической энергии, например, для поддержания температуры в изотермических и рефрижераторных контейнерах. Совокупность упомянутых опасностей может приводить к пожарам с частотой не менее  $1 \times 10^{-5}$  в год. Количественной мерой оценки уровня пожарной безопасности любого объекта является пожарный риск. Допустимый уровень пожарного риска для контейнерных терминалов может быть снижен до  $10^{-4}$  в год, если будет обосновано, что контейнерных терминал имеет специфические технологические процессы [2].

Данный контейнерный терминал имеет высокую взрывопожарную и пожарную опасности, так как присутствует большое количество легковоспламеняющихся жидкостей и горючих материалов, наиболее опасные из которых ЛВЖ, горючие газы, способные образовывать парогазовоздушную смесь, а также наличие источников зажигания и путей распространения огня. Категории зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности зависят, в частности, от вида, количества и характеристик веществ и материалов, хранящихся, перерабатываемых и транспортируемых в этих зданиях и помещениях. Для определения категории помещения производственного назначения следует учитывать не только свойства обращаемых веществ и материалов, но и характер технологического процесса, в ходе которого данные легковоспламеняющиеся и горючие газы, жидкости и материалы используются (перерабатываются, отмеряются, сжигаются, транспортируются) [4]. Технологические операции, связанные с обращением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и материалов, имеют свои особенные факторы опасности. Из-за возможности образования горючей паровоздушной смеси наиболее пожаро- и взрывоопасны операции, связанные с распылением, хранением, транспортированием и сливом/наливом ЛВЖ и ГЖ.

В связи с этим была проведена комплексная проверка объекта по выявлению нарушений в области пожарной безопасности. В ходе проверки были выявлены следующие нарушения:

1. Противопожарное расстояние от здания АБК до автостоянки на 40 машино-мест составляет 4 м.
2. Противопожарные разрывы шириной 6 м между группами контейнеров находятся на расстоянии более 100 м по длине.
3. Контейнерная АЗС размещена между контейнерными группами, на расстоянии 3 м от них.

4. Расстояние от открытого склада лесоматериалов объемом до 1000 м<sup>3</sup> до контейнерной площадки менее 18 м.

5. На территории контейнерного терминала организовано размещение групп контейнеров площадью более 1000 м<sup>2</sup> без противопожарных разрывов.

6. Помещение зарядки аккумуляторных батарей спроектировано с нарушениями противовзрывной защиты здания.

7. Не предусмотрено пожарных лестниц типа П1-2 в местах перепада высот.

8. Количество и тип огнетушителей на территории контейнерного терминала не соответствует нормативному значению (передвижные огнетушители).

9. Отсутствует аварийный резервуар, вместимостью превышающей менее чем на 10% вместимость используемой на АЗС автоцистерны и сливной трубопровод.

10. Отсутствуют первичные средства пожаротушения на АЗС – передвижные огнетушители с рангом тушения модельного очага 144 В и 233 В.

11. Автозаправочная станция не оснащена жесткой буксировочной штангой длиной не менее 3 метров для экстренной эвакуации горящего транспортного средства с территории автозаправочной станции.

12. Отсутствует второй резервуар пожарного водоёма.

13. Пожарные гидранты № 1 и № 2 находятся в не исправном состоянии.

14. У гидрантов и водоемов, а также по направлению движения к ним не установлены соответствующие указатели (объемные со светильником или плоские, выполненные с использованием светоотражающих покрытий, стойких к воздействию атмосферных осадков и солнечной радиации).

15. На дверях помещений производственного и складского назначения и наружных установках нет табличек обозначения их категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, а также класса зоны.

16. перед пожарным водоемом не устроена площадка с твердым покрытием размерами не менее 12 x 12 метров для установки пожарных автомобилей и забора воды в любое время года.

17. Для здания ангара (холодная стоянка) не обеспечена разработка плана расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации при пожаре, а также оснащение здания и площадок открытого хранения транспортных средств буксирующими тросами и штангами из расчета 1 трос (штанга) на 10 единиц техники.

18. Объект не обеспечен необходимым количеством пожарных щитов.

Для устранения выявленных нарушений в области пожарной безопасности на данном объекте необходимо выполнить следующие инженерно-технические мероприятия:

1. Организовать нанесение разметки автостоянки 40 машино-мест с соблюдением противопожарного разрыва до здания АБК не менее 10,0 м.

2. Выполнить перегруппировку контейнерных групп с противопожарными разрывами шириной 6 м на расстоянии, не превышающем 100 м по длине.

3. Организовать перенос контейнерной АЗС на отдельную площадку.

4. Под площадкой размещения контейнерной АЗС необходимо установить аварийный резервуар, емкостью не менее 22 м<sup>3</sup> и смонтировать сливной трубопровод.

5. На территории контейнерной АЗС разместить передвижные огнетушители с рангом тушения модельного очага 144 В и 233 В в количестве не менее 2 единиц.

6. Оснастить контейнерную АЗС жесткой буксировочной штангой длиной не менее 3 метров для экстренной эвакуации горящего транспортного средства с территории автозаправочной станции.

7. Группу контейнеров, примыкающих к арендаемой площадке строительно-монтажных материалов необходимо переместить от неё на расстояние не менее 18 м.

8. Контейнеры на территории разместить в группах, занимающих площадь не более 300 м<sup>2</sup>.

9. Пристроить помещение зарядки аккумуляторных батарей на боковом фасаде здания технического обслуживания и ремонта, с обособленным выходом наружу и устройством легко сбрасываемого остекления, в виде 2 оконных проемов размерами 1,2 x 1,5 м.

10. Произвести монтаж 2 пожарных лестниц типа П1-2 в местах перепада высот на здании АБК.

11. Установить передвижные огнетушители на территории в количестве 50 единиц.

12. Установить 2 резервуар пожарного водоёма, с объединением двух резервуаров в один водопроводный узел.

13. Отремонтировать пожарные гидранты № 1 и № 2.

14. По маршруту следования пожарных автомобилей по территории установить указатели (объемные со светильником или плоские, выполненные с использованием светоотражающих покрытий) мест размещения гидрантов и водоема, и направления движения к ним.

15. Установить на дверях помещений производственного и складского назначения и наружных установках таблички с обозначение их категорий по взрывопожарной и пожарной опасности.

16. Перед пожарным водоемом благоустроить площадку с твердым покрытием размерами не менее 12 x 12 метров для установки пожарных автомобилей и забора воды в любое время года.

17. Для здания ангаря (холодная стоянка) разработать план расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации при пожаре, а также оснастить здание и площадки открытого хранения транспортных средств буксирными тросами и штангами из расчета 1 трос (штанга) на 10 единиц техники.

18. Обеспечить размещение на территории пожарных щитов в количестве 50 единиц.

#### Литература

1. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств тушения. Справочник. Ч. 1 и 2, Ассоциация «Пожнauка». М., 2000. [Электронный ресурс] <https://dwg.ru/dnl/9002>.

2. Пожарная безопасность конструктивных решений проектируемых и реконструируемых зданий. Гинзберг Л. А., Барсукова П. И. – Екатеринбург, 2015.

2. Статистические данные. Официальный сайт МЧС России URL:<http://mchs.gov.ru>.

3. Теребнёв В. В. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 1: Жилые и общественные здания и сооружения / В. В. Теребнёв, Н. С. Артемьев, А. И. Думилин. – М.: Пожнauка, 2006. – 314 с.;

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

E. I. Stabrovskaya, N. N. Turova, N. A. Zhamharyan

## DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR FIRE SAFETY ON THE TERRITORY OF THE CONTAINER TERMINAL

The article deals with the main violations of fire safety in the territory of the container terminal. The main technical solutions for ensuring fire safety in the territory of the container terminal are also proposed

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

## К ВОПРОСУ О ПРОФИЛАКТИКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГАРНОГО ГАЗА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОЖАРЕ НА СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТАХ

В статье рассмотрена модель возникновения пожара и его действие на социально –значимые объекты. Подчеркивается актуальность отравлений угарным газом. Рассмотрены его механизм воздействия на организм человека и методы профилактики для предотвращения отравлений

В настоящее время пожары являются одной из самых распространенных и опасных катастроф на планете. Каждый день мы получаем сведения из средств массовой информации о пожарах со всех континентов. В Азии, Европе, Америке и Африке выгорают огромные массивы лесов и населенные пункты. Поэтому борьба с пожарами является глобальной проблемой. Ежегодно в России насчитывается около 300 тысяч пожаров. Относительный уровень потерь самый большой среди высокоразвитых стран мира. Он превышает сопоставимые потери в Японии в 3,5 раза, в Великобритании в 4,5 раза, в США в 3 раза [1].

Под пожаром следует понимать возгорание, которое охватывает определенную территорию и в результате чего уничтожаются или повреждаются материальные ценности, возникает угроза здоровью или жизни людей. Взрыв, или так называемый тепловой взрыв, означает резкое воспламенение, когда горючее вещество нагревается изнутри.

К основным и опасным факторам пожара относят: непосредственное действие огня на горящий предмет (горение); дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет излучения. В результате все элементы зданий и сооружений, состоящие из горючих материалов, сгорают, обугливаются, разрушаются и выходят из строя. Воздействие высоких температур вызывает деформацию и разрушение металлических конструкций, балок перекрытий и других конструктивных элементов сооружений. Кирпичные стены и колонны деформируются. Человек может получить ожоги различной степени тяжести, острые и хронические отравления угарным газом.

Довольно часто возгорание в жилых помещениях происходит из-за утечки газа или из-за неисправности газового оборудования. Поэтому рассмотрим механизм возгорания, происходящий в жилых помещениях, при воздействии газа.

Основными причинами взрыва газа являются:

- несоблюдение требований техники безопасности при хранении баллонов с пропаном;
- небрежная установка оборудования – падение баллонов или нагревание их расположенным поблизости отопительными приборами;
- неисправность магистрального газопровода, утечки из-за ошибок монтажа: негерметичные соединения, износ шлангов, неправильное подключение плит;
- невнимательность пользователей, допускающих заливание форсунок плиты жидкостью.

Пожары на объектах газового хозяйства развиваются по следующей схеме: авария - утечка газа - образование облака взрывоопасной смеси - воспламенение ее от постороннего источника пламени - горение газа – прогревание и разрушение технологического оборудования под воздействием пламени [2].

Во время пожара токсичные продукты горения, распространяющиеся по всему зданию, вызывают отравление людей, находящихся далеко от зоны горения. Но угарный газ выделяется не только при пожарах, но и по причине неисправности различных технологий и неправильной эксплуатации оборудования. К ним относят: оставление электроприбора включенным и его перегрев, перегрузка электросети, расположение электронагревателей вблизи легковоспламеняющихся предметов, ввод в эксплуатацию новых неисследованных технологий и т.д. [3, 4, 5].

В результате токсического действия угарного газа (окись углерода, монооксид углерода, его химическая формула CO), развивается острое или хроническое отравление.

Острое отравление угарным газом одна из наиболее распространенных и тяжелых форм химического воздействия вредного вещества организма человека. В России угарный газ является второй по значимости причиной смерти от острых отравлений [6]. По данным Роспотребнадзора, на долю смертельных отравлений угарным газом в Удмуртской Республике приходилось до 32,8 % всех смертей от острых химических отравлений. Для различных территорий Российской Федерации этот показатель так же достаточно высок и колеблется от 11,0 % до 58,8 %.

Этот токсикант классифицируется, как группа аварийно опасных химических веществ (АОХВ). Отравление угарным газом вызывает серьезные повреждения систем и органов человека. Отравление сопровождается, как быстрыми, так и длительными осложнениями, которые значительно ухудшают течение заболевания. Последствия отравления часто приводят к инвалидности пострадавших.

Актуальность смертельного отравления угарным газом отмечается во всем мире, и среди причин ингаляционного отравления эта патология занимает первое место по частоте встречаемости. В период с 2017 по 2019 год, по данным статистики о чрезвычайных ситуациях Российской Федерации, было выявлено 732 случая. Наиболее распространённые случаи с использованием газа рассмотрены в таблице.

#### Случаи различных аварий и чрезвычайных ситуаций, связанных с использованием газа в быту в России за 2017-2019 гг.

Случаи различных аварий и чрезвычайных ситуаций	2017 г.	2018 г.	2019 г. (январь-май)
Взрыв баллона	18	31	14
Взрыв газа	93	142	36
Горение газа	6	14	3
Отравление газом	8	2	0
Повреждение газопровода	8	42	15
Утечка газа	27	50	31

В конце 2018 года наметившиеся тенденции последних четырех-пяти лет привели к значительному росту трагедий. К сожалению, более ранние взрывы в многоквартирных домах не привели к самым необходимым изменениям стандартов, изменениям подходов и организации независимых проверок. Именно поэтому число несчастных случаев, связанных с использованием газа в быту за 2018 год увеличилось практически в 2 раза.

Отравление угарным газом — острое патологическое состояние, развивающееся в результате попадания угарного газа в организм человека, является опасным для жизни и здоровья, и без адекватной медицинской помощи может привести к летальному исходу. Угарный газ поступает в организм человека через дыхательные пути с атмосферным воздухом, проникая в кровь, соединяется с гемоглобином. Гемоглобин — это сложный железосодержащий белок животных, основной функцией которого является перемещение кислорода из органов дыхания в ткани. Каждая молекула гемоглобина содержит атом железа, который присоединяет к себе молекулу кислорода, образуя в результате оксигемоглобин. Моноксид углерода замещает молекулу кислорода, образуя карбоксигемоглобин, который не выполняет функцию транспортировки кислорода. Опасность окси углерода заключается в том, что из-

за своего высокого химического сродства она быстрее реагирует с гемоглобином, чем с кислородом, а карбоксигемоглобин является примерно в 250-300 раз прочнее оксигемоглобина. Концентрация карбоксигемоглобина постепенно увеличивается в организме, а поскольку его диссоциация осуществляется в медленном темпе, даже воздействие небольшой концентрации угарного газа в воздухе в течение длительного времени опасно. Проявления острой кислородной недостаточности могут начаться уже при концентрации угарного газа в воздухе в 0,07 %. Высокий уровень карбоксигемоглобина в крови может привести к кислородному голоданию, тошноте, головокружению, а иногда и смерти, так как угарный газ не позволяет гемоглобину присоединять к себе кислород.

Основным следствием отравления угарным газом является гипоксия. Существует связь между количеством карбоксигемоглобина и степенью гипоксии. Например, если уровень карбоксигемоглобина составляет около 10-20 %, то наблюдается проявление легкой интоксикации, а при 70-80 % наступает смерть [6].

Вследствие чрезвычайной ситуации, связанной с большим выбросом угарного газа в окружающую среду или в воздух рабочей зоны, у пострадавших граждан и у пожарных, наблюдается гипоксемия - снижается артериальная разница по кислороду. Дыхательный центр наиболее чувствителен к гипоксии, возникает его паралич. В тяжелых случаях развивается отек легких вследствие нарушения кровообращения и сердечной недостаточности.

При небольших концентрациях наблюдается тахикардия и повышение артериального давления. В случае повышения концентрации оксида углерода происходит снижение артериального давления, в миокарде появляются очаги кровоизлияний, тромбоз коронарных сосудов и возникает некроз миокарда.

Известна клиническая картина легкой, средней и тяжелой степени интоксикации угарным газом. Легкая степень отравления характеризуется концентрацией угарного газа в воздушной среде от 100 мг/м<sup>3</sup> до 600 мг/м<sup>3</sup> и временем воздействия от одного до пяти часов. В начале легкого отравления наблюдается снижение скорости реакций, у людей со слабой сердечно -сосудистой системой возникает боль в груди при значительных физических нагрузках. При концентрации от 600 до 800 мг/м<sup>3</sup> появляется головная боль, одышка, нарушение зрительного восприятия, тошнота, рвота.

Интоксикация средней тяжести определяется концентрацией от 800 до 2000 мг/м<sup>3</sup> в течение 2 часов. У отравившихся наблюдаются спутанность сознания, галлюцинации, атаксия, сильный шум в ушах, в некоторых случаях возможен двигательный паралич и кратковременная потеря сознания.

В случае тяжелого отравления человек теряет сознание, иногда на длительный срок, наблюдается посинение кожных покровов и слизистых оболочек. Зрачки расширены. Наблюдаются сильные судороги и повышенный тонус мышц. Происходят непроизвольные мочеиспускание и дефекация. Концентрация, при тяжелой степени интоксикации, составляет от 2000 до 14000 мг/м<sup>3</sup> и времени воздействия от 30 секунд до 3-х минут. В терминальной фазе возможно возникновение осложнений: нарушение кровообращения, отек мозга, потеря слуха и зрения, кожно-трофические расстройства, развитие инфаркта миокарда, тяжелая степень пневмонии [7].

Тяжесть последствий отравления и жизнь пострадавшего в целом зависят от того, насколько быстро ему будет оказана помощь. Так мероприятия по оказанию само – и взаимопомощи при отравлении угарным газом можно сформулировать следующим образом:

1. Устранить влияние угарного газа, незамедлительно вывести пострадавшего подальше от зоны действия CO, на свежий воздух. Прекратить (перекрыть) поступление угарного газа с соблюдением собственной безопасности.

2. Обеспечить приток свежего воздуха, открыть окна и двери, проверить проходимость дыхательных путей пострадавшего, расстегнуть стесняющую движения

грудной клетки одежду. Если у человека нарушено сознание, повернуть его набок, такое положение тела пострадавшего препятствует западению языка и развитию асфиксии.

3. Стимулируйте кровообращение, проводя растирания грудной клетки, предоставьте питье, стимулирующее расширение сосудов, например, чай или кофе.

4. Не позволяйте пострадавшим терять сознание. Чтобы привести больного в чувство, используют нашатырный спирт, а также можно смочить его лицо и шею холодной водой.

5. При необходимости приступайте к реанимационным мероприятиям. При остановке дыхания или критическом снижении частоты сердечных сокращений необходимо выполнять искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

6. Если дыхание восстановилось, помещаем пострадавшего в безопасное положение и ждем прибытия медицинской помощи. Во время ожидания нельзя оставлять пострадавшего, нужно постоянно проверять его состояние. Кроме того, пострадавший должен быть укрыт – защищен от переохлаждения.

Угарный газ нельзя увидеть или почувствовать, при высокой концентрации он убивает человека в считанные секунды. Угарный газ выделяется при сжигании любого вида топлива, такого как газ, нефть, керосин или древесный уголь. Если устройства для сжигания топлива использованы правильно, то количество окиси углерода, выбрасываемое в воздух, не опасно. Если эти устройства не работают должным образом или используются во время пожара, это может привести к опасной концентрации CO в выдыхаемом воздухе. Ежегодно сотни людей умирают от отравления угарным газом в результате неисправности устройств, предназначенных для сжигания топлива, или неправильного обращения с ними. Для того чтобы сократить риск отравления окисью углерода следует придерживаться следующих правил:

1. При необходимости выполнения работ, связанных с угарным газом, необходимо использовать защитные респираторы со специальными фильтрами или кислородные баллоны. При этом в помещении должна быть обеспечена качественная вентиляция.

2. При эксплуатации печей или каминов важно следить за состоянием топливных материалов и за положением заслонок.

3. Используйте только исправное газовое оборудование и обеспечьте его своевременное профилактическое обслуживание.

4. Убедитесь, что кухня – это хорошо проветриваемое помещение с вытяжным устройством и без перекрытых вентиляционных отверстий.

5. Не эксплуатируйте автомобиль в гараже или ремонтном боксе с работающим двигателем.

6. При работе с угарным газом необходимо соблюдать правила охраны труда на рабочем месте [7].

Таким образом, актуализированы известные профилактические и оздоровительные мероприятия при контакте человека с угарным газом. Внедрение их позволит предупредить вредное влияния угарного газа на организм человека в быту и наличный состав пожарных подразделений во время тушения пожаров, снизить величину показателя травматизма и профессиональной заболеваемости. Знание же механизма образования карбоксигемоглобина и первых симптомов отравления угарным газом будут способствовать более серьезному отношению, как рядовых обывателей, так и профессиональных пожарных к предупреждению острых и хронических отравлений угарным газом.

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

K. D. Glushkova, A. G. Sobina, A.V. Shornikova, V. L. Grebnev

# ON THE ISSUE OF PREVENTION OF CARBON MONOXIDE EXPOSURE TO THE HUMAN BODY DURING A FIRE AT SOCIALLY SIGNIFICANT OBJECTS

The article considers the model of fire occurrence and its effect on socially significant objects. The relevance of carbon monoxide poisoning is emphasized. Its mechanism of action on the human body and methods of prevention to prevent poisoning are considered

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

УДК 699.814:378.147

И. В. Ситников, А. А. Однолько, Ю. В. Гонтаренко, А. В. Гладышева, Д. В. Дудник

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Рассмотрены проблемы взаимодействия специалистов в различных областях проектирования зданий и сооружений при разработке систем противопожарной защиты, предложен способ обозначения противопожарных преград, позволяющий уменьшить количество ошибочных проектных решений, приводящих к снижению уровня пожарной безопасности и к необоснованным финансовым затратам, обсуждаются другие аспекты совершенствования взаимодействия при разработке систем обеспечения пожарной безопасности

В проектировании зданий и сооружений задействуются специалисты в различных областях проектирования (смежные специалисты) и важно обеспечить их эффективное взаимодействие, или, как минимум, чтобы принятые одними специалистами проектные решения не противоречили принятым другими.

Пожарная безопасность объекта проектирования обеспечивается разработкой системы обеспечения пожарной безопасности, и, в частности, системы противопожарной защиты [1]. Одной из важнейших задач разработки систем противопожарной защиты проектируемых зданий и сооружений является деление их на пожарные отсеки и секции, что должно предотвратить возможность развития пожара на весь объект [1]. Для этого применяются противопожарные преграды (стены, перегородки, перекрытия и т. д.) с определенными пределами огнестойкости [2, 3]. Все проемы и технологические отверстия в противопожарных преградах должны защищаться противопожарными дверьми, окнами, занавесами соответствующих типов в зависимости от предела огнестойкости конструкций. В местах пересечения противопожарных преград инженерными коммуникациями (воздуховоды, трубы, провода и кабели) должны быть предусмотрены противопожарные клапаны, муфты и другие технические решения, обеспечивающие целостность противопожарных преград и выполнение ими своей функции.

Таким образом, противопожарные преграды и средства обеспечения их целостности играют важную роль в системе противопожарной защиты зданий и сооружений, а в их проектировании принимают участие специалисты различных областей проектирования.

Возникающие проблемы взаимодействия смежных специалистов, рассмотрим на примере деятельности специалистов в области проектирования инженерных сетей, которые свои проектные решения должны выполнить, как показано выше, с учетом сохранения требуемого предела огнестойкости противопожарных преград при их пересечении инженерными сетями. Для решения своих задач указанные специалисты получают, вместе с заданием на проектирование, в частности, графическую часть раздела «Архитектурные решения» проектной документации, где указываются противопожарные преграды и их пределы огнестойкости. В настоящее время обозначение противопожарных преград на

чертежах выполняется путем написания их предела огнестойкости на полках линий-выносок

(рис. 1). Однако, как показывает практика, такое обозначение противопожарных преград недостаточно наглядно, что приводит к тому, что даже опытные специалисты попросту не замечают значительное число предусмотренных противопожарных преград и разрабатывают свои проектные решения без их учета. В результате места пересечений противопожарных преград инженерными сетями остаются незащищенными от распространения опасных факторов пожара, вследствие этого нарушается целостность противопожарной преграды, не обеспечивается требуемый предел огнестойкости, и в итоге система противопожарной защиты не обеспечивает выполнение своей функции.

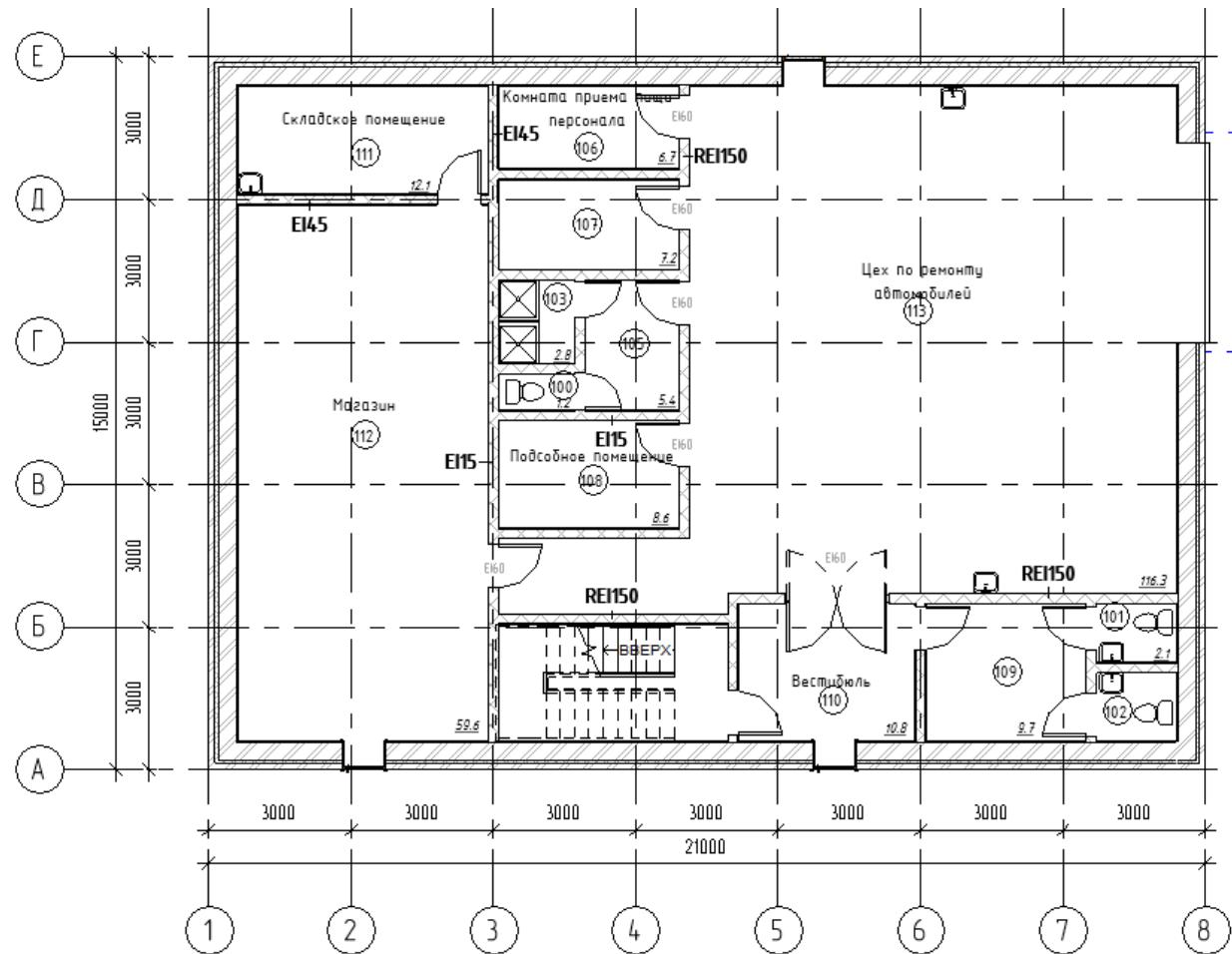


Рис. 1. Иллюстрация применения существующего способа обозначения противопожарных преград и их предела огнестойкости в графической части проектной документации

Если указанную ошибку проектирования удается выявить в ходе контроля, то приходится переделывать выполненную работу, что снижает эффективность работы, увеличивает сроки проектных работ и т.д. Если же ошибку проектирования не удается выявить, то ошибочные проектные решения реализуются при строительстве объекта, система противопожарной защиты выполняется с указанными недостатками, что делает ее неэффективной, в следствие чего значительные денежные средства на ее проектирование и строительство оказываются потраченными впустую. Рассматриваемая проблема затруднительной идентификации противопожарных преград даже опытными специалистами проектирования по причине недостаточно наглядного обозначения противопожарных

преград в графической части проектной документации неоднократно замечалась нами как в процессе участия в проектировании, так и в процессе соответствующего обучения студентов.

Для решения указанной проблемы затруднительной идентификации противопожарных препятствий на чертежах смежными специалистами разработан следующий способ.

В программном комплексе для автоматизированного проектирования Autodesk Revit разработан шаблон, позволяющий обозначать (выделять) определенным цветом противопожарные препятствия в зависимости от их пределов огнестойкости. На рис. 2 приведена иллюстрация применения разработанного способа обозначения противопожарных препятствий проектируемого здания, однако по техническим причинам издательство не реализует иллюстрации в цвете, поэтому пришлось различные цвета заменить на оттенки черного.

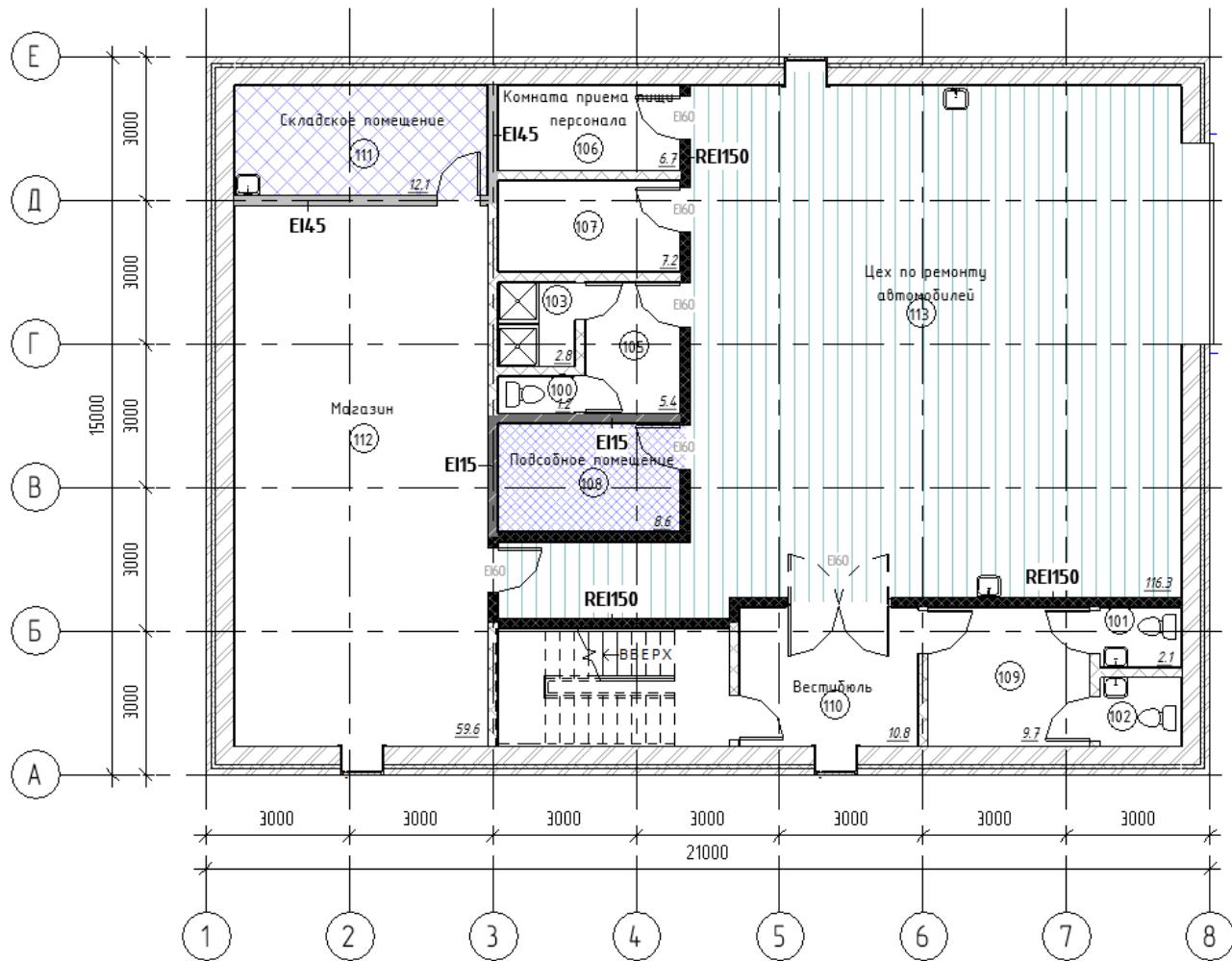


Рис. 2. Иллюстрация применения разработанного способа обозначения противопожарных препятствий проектируемого здания

Разработанный способ обозначения (идентификации) противопожарных препятствий дает возможность более наглядно обозначать противопожарные препятствия также на трехмерных моделях зданий и сооружений (рис. 3), что облегчает идентификацию противопожарных препятствий не только в горизонтальной проекции в рамках выбранного этажа, но и по вертикали, по всему объему здания или сооружения в целом.

Как показала апробация в рамках совместной деятельности по проектированию со смежниками, а также в учебном процессе, применение разработанного способа обозначения противопожарных препятствий позволяет, в частности, специалистам по проектированию инженерных сетей легче идентифицировать противопожарные препятствия и их предел

огнестойкости, и поэтому разрабатывать оптимальную схему трассировки и прокладывать сети через противопожарные преграды без нарушения их целостности, что повышает эффективность взаимодействия и, в частности, сокращает финансовые затраты на проектирование.

Применение разработанного способа обозначения противопожарных преград в учебном процессе в рамках, в частности, программы магистратуры «Пожарная и промышленная безопасность в строительстве», реализуемой на кафедре техносферной и пожарной безопасности Воронежского государственного технического университета показал, что обучающиеся с учетом наглядности лучше усваивают принципы и методы деления проектируемого объекта на противопожарные отсеки и секции и успешнее реализуют их в процессе дальнейшего проектирования.

Отметим, что разработанный способ обозначения противопожарных преград в графической части проектной документации положительно себя зарекомендовал также при проведении оценки соответствия принятых проектных решений в области обеспечения пожарной безопасности.



Рис. 3. Иллюстрация применения разработанного способа обозначения противопожарных преград в системе помещений проектируемого здания на трехмерной модели здания

Также необходимо отметить, что решению задачи повышения эффективности взаимодействия специалистов в различных областях проектирования способствует разработка на ранних этапах проектирования концепции обеспечения пожарной безопасности проектируемых зданий и сооружений и, в частности, концепции их противопожарной защиты. Актуальность разработки указанных концепций обусловлена тем, что это позволяет уже на начальном этапе определить и согласовать с заинтересованными сторонами ключевые проектные решения и будущий объем работы, что позволяет избежать переделывания выполненной работы и соответствующих финансовых потерь, а также повысить конкурентоспособность как выпускников, так и проектирующих организаций в целом. В настоящее время нами прорабатываются научные, практические и методологические аспекты разработки указанных концепций, работа над которыми была начата ранее [4, 5, 6, 7, 8], результаты внедряются в образовательный процесс указанной выше программы магистратуры.

Таким образом, в статье обсуждаются проблемы и способы совершенствования организации взаимодействия смежных специалистов при проектировании зданий и сооружений в целом, и в частности, систем обеспечения пожарной безопасности и систем противопожарной защиты указанных объектов проектирования. В рамках повышения эффективности указанного взаимодействия предложен способ обозначения противопожарных преград в графической части проектной документации, позволяющий облегчить их идентификацию, уменьшить количество ошибочных проектных решений, приводящих к снижению уровня пожарной безопасности и к необоснованным финансовым затратам, приводятся результаты его апробации в практике проектной деятельности и учебном процессе. Также обсуждаются аспекты применения в проектной деятельности таких достаточного новых для отечественной практики документов, как концепция обеспечения пожарной безопасности и концепция противопожарной защиты проектируемого объекта.

#### Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Электрон. дан. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699).
2. СП 2.13130.2012. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Электрон. дан. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_139499](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_139499).
3. СП 4.13130.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148575](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148575).
4. Асминин, В. Ф. Проблемы и опыт обеспечения пожарной безопасности проектов строительства [Текст] / В. Ф. Асминин, Г. В. Васюков, А. А. Однолько — Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та: Строительство и архитектура. — 2009. — № 1 (13). — С. 133-137.
5. Иншаков, Ю. З. Направления систематизации информации о свойствах и характеристиках огнетушащих веществ [Текст] / Ю. З. Иншаков, А. А. Однолько // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та, серия: Инженерные системы зданий и сооружений. — 2005 — № 2. — С.101-103.
6. Ситников, И. В. Экспериментальное исследование и моделирование динамики удельной массовой скорости выгорания жидкости в условиях функционирования противоводымной вентиляции [Текст] / И. В. Ситников, С. А. Колодяжный, А. А. Однолько // Научный журнал строительства и архитектуры. — 2014. № 3 (35). — С. 149—157.
7. Каргашилов, Д. В. Определение расчетных величин риска в чрезвычайных ситуациях и на пожаре / Д. В. Каргашилов, А. В. Вытвортов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сборник статей по материалам III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2012; ФГБОУ ВПО «Воронежский институт ГПС МЧС России». – Воронеж: Изд-во ВИ ГПС МЧС России, 2012. – С. 367-370.
8. Вытвортов, А. В. Использование полевой модели пожара при расчете распространения ОФП на примере здания с коридорной системой / А. В. Вытвортов, Д. В. Каргашилов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2013; ФГБОУ ВПО «Воронежский институт ГПС МЧС России». – Воронеж: Изд-во ВИ ГПС МЧС России, 2013. – С. 26-28.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

I. V. Sitnikov, A. A. Odnolko, Yu. V. Gontarenko, A. V. Gladysheva, D. V. Dudnik

#### INTERACTION IMPROVEMENT OF SPECIALISTS IN VARIOUS FIELDS OF DESIGNING BUILDINGS AND STRUCTURES IN THE FIRE PROTECTION SYSTEMS DEVELOPMENT

Problems of interaction between specialists in various fields of design are considered, a method for designating fire barriers is proposed, which allows to reduce the number of erroneous design decisions leading to a decrease in the level of fire safety and unreasonable financial expenses, other aspects of improving cooperation in the development of fire safety systems are discussed

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

И. М. Янников, Д. С. Мущинкина

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

Проводится анализ химической и пожарной опасности веществ, входящих в состав отходов 1 и 2 класса опасности

Увеличение благосостояния своих граждан безусловно является приоритетной задачей любого государства. При этом необходимо понимать, что роста экономики без увеличения объёмов промышленного производства, товаров народного потребления, строительства объектов промышленности, социальной сферы, жилья, инфраструктуры и т.д. достичь невозможно, а это, в свою очередь вызывает увеличение объёмов производимых отходов производства и потребления. Указанные отходы накапливаются, становясь объектами накопленного экологического ущерба, источниками пожарной, химической, биологической и иной опасности для населения и для окружающей среды.

Это относится к отходам I и II классов опасности, большинство из которых являются продуктами деятельности химических опасных производств. Характеристика аварийных ситуаций на них представлена на рис. 1.

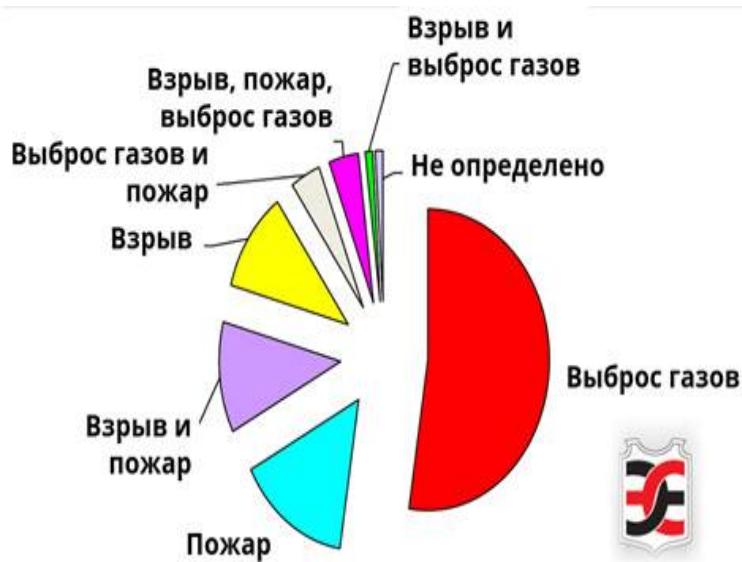


Рис. 1. Характеристика аварийных ситуаций на химически-опасных производствах и объектах хранения [1]

Как видно из рис. 1, большая часть аварийных ситуаций на химически опасных объектах сопровождается негативными факторами, имеющий комплексный характер воздействия (взрыв, пожар, выброс газов), что значительно усугубляет тяжесть последствий и меры по предупреждению, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций на данных объектах.

Основываясь на статистических данных о пожарах на объектах химической и нефтехимической промышленности за период с 2011 по 2015 гг. [2], можно констатировать, что количество пожаров каждый год варьируется в диапазоне от 30 до 50 в год (рис. 2).

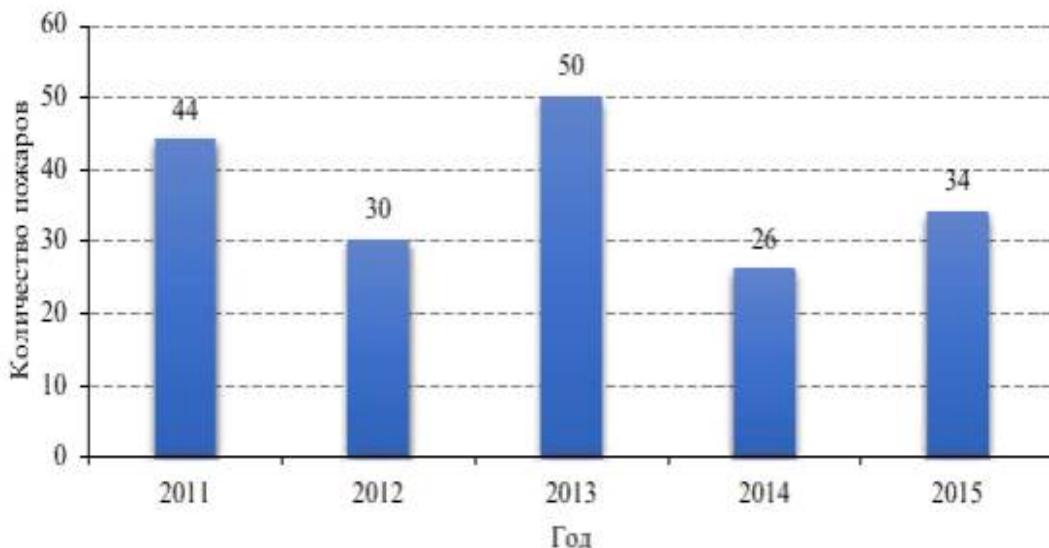


Рис. 2. Пожары на объектах химической и нефтехимической промышленности

Из диаграммы (рис. 3) видно, что средний ущерб от одного пожара составляет более 1 млн. руб., это намного выше, чем средний ущерб от общего количества пожаров.

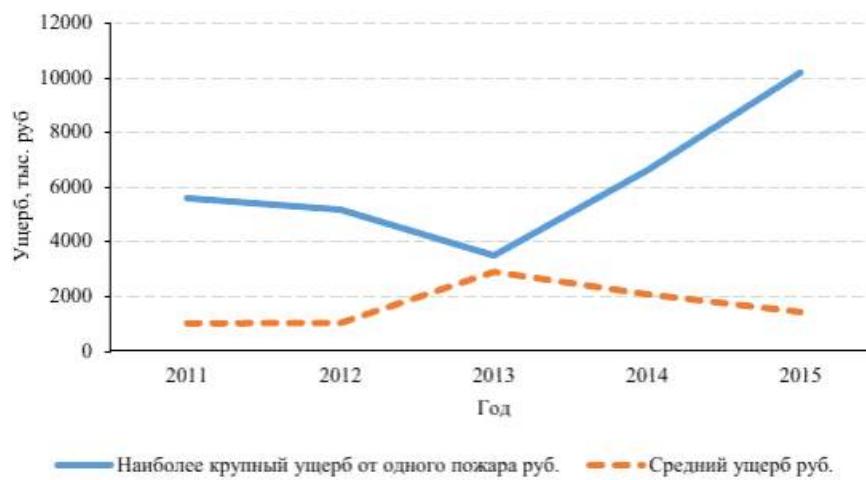


Рис. 3. Ущерб от пожаров на ХОО объектах [2]

Для того, чтобы провести практические мероприятия по повышению уровня химической и пожарной безопасности на таких объектах, необходимо тщательно проанализировать химический состав перерабатываемых отходов. Данный анализ поможет определить необходимые системы мониторинга пожарной опасности объекта, класс огнетушащих веществ и их количество.

«...В соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов на основании анализа отходообразования можно выделить следующие группы отходов, планируемых к поступлению на объекты:

- свинец-содержащие отходы (автомобильные и промышленные свинцово-кислотные аккумуляторы, отходы электрического кабеля);
- ртуть-содержащие отходы (люминесцентные лампы, термометры и другие приборы, содержащие ртуть);
- отходы химических источников тока (батарейки, источники бесперебойного питания, аккумуляторы);

- органические горючие отходы (в основном отходы химического и нефтехимического производства);
- водные неорганические отходы (отработанные растворы кислот, щелочей, гальваношламы)…» [3].

Выполнение тех или иных практических мероприятий должно быть с учётом химической и пожарной опасности веществ отходов, применяемых на объекте, их взрывоопасностью, а также способностью вступать в реакции с другими веществами. Таблица описывает краткую характеристику опасных химических веществ отходов, применяемых на объектах [4, 5]

#### Химическая и пожарная опасность веществ отходов 1 и 2 класса опасности

Вещество	Химическая опасность	Взрывоопасность	Пожарная опасность
<b>Вещества отходов 1 класса</b>			
Фтороводород	Водный раствор является сильной кислотой, бурно реагирует с многими основаниями и соединениями, коррозионно-агрессивен. При взаимодействии с воздухом может выделять едкие пары, которые будут распространяться по земле, т. к. пары тяжелее воздуха. Агрессивно в отношении соединений, содержащих кремний	-	Негорючее. Многие реакции приводят к взрыву или пожару
Ртуть	При нагревании образуются токсичные дымы. Реагирует бурно с аммиаком и галогенами, вызывая опасность пожара и взрыва. Агрессивно в отношении алюминия и многих других металлов	Риск пожара и взрыва	Негорючее. При пожаре выделяют раздражающие или токсичные пары (или газы)
Хлорциан	Вещество разлагается при разогреве с образованием токсичных и едких паров, таких как цианистый водород, соляная кислота, оксиды азота. С водой или водяным паром реагирует медленно, с образованием хлористого водорода	-	Негорючее. Нагревание приводит к повышению давления с риском взрыва. В огне выделяет раздражающие или токсичные пары (или газы)
<b>Вещества отходов 2 класса</b>			
Литий	Нагревание может привести к сильному горению или взрыву. Вещество при контакте с мелкораздробленным воздухом спонтанно воспламеняется. При нагревании образуются токсичные пары. Реагирует бурно с сильными окислителями, кислотами и многими соединениями (углеводородами, галогенами, фторуглеводородами, бетоном, песком и асбестом). приводя к опасности возникновения пожара и взрыва. Реагирует бурно с водой, образуя крайне опасный газ водород и едкие пары гидроксида лития	Риск пожара и взрыва при контакте с горючими материалами и водой	Огнеопасно. Большинство реакций могут привести к пожару или взрыву. Выделяет в огне токсичные или раздражающие пары (или газы)

Окончание таблицы

Серная кислота	Вещество является сильным окислителем, бурно реагирует с восстановителями горючими материалами. Вещество является сильной кислотой. Оно коррозионно-агрессивно в отношении большинства металлов и может образовывать горючие/взрывчатые газы. Выделяет тепло при реакции с водой и органическими веществами. При нагревании образуются токсичные пары или газы, например оксиды серы	Риск пожара и взрыва при контакте с щелочью, горючими веществами, окислителями, восстановителями или водой	Негорючее. Большинство реакций приводят к пожару или взрыву. В огне выделяют раздражающие/токсичные пары (или газы)
Мышьяковистый водород	Вещество разлагается при разогреве и под влиянием света и влажности с образованием токсичных паров мышьяка. Реагирует бурно с сильными окислителями, фтором, хлором, азотной кислотой, трихлоридом азота с опасностью пожара и взрыва	Смеси газ/воздух взрывоопасны	Чрезвычайно огнеопасно

Таким образом, химические компоненты, входящие в состав отходов, утилизируемых на объекте, при возгорании могут образовывать токсичные вещества, которые поражают все в округе, распространяются на большие площади и наносят финансовый и экологический ущерб.

Проанализировав химическую и пожарную опасность веществ, входящих в состав отходов 1 и 2 класса опасности, можно сделать вывод, что подход к решению задач обеспечения высокого уровня химической и пожарной безопасности должен быть комплексным: начиная с разработки нормативно-правовых актов и применения безопасных технологий утилизации опасных отходов до тщательной разработки производственных инструкций на каждое рабочее место с учетом всех аспектов и особенностей применения веществ и материалов, используемых на объектах.

Необходимо отметить, что некоторые нехарактерные методы пожарной защиты могут быть получены на основе общих принципов. Основными факторами, оказывающими влияние на возникновение и развитие пожара, являются:

- особенности конструкций мест хранения и организация хранения материалов (взаимодействующие между собой химические вещества, не должны находиться в одном месте, соответственно одни материалы способные гореть должны быть отделены от других);

- для упаковки хранящихся материалов должны использоваться стальные, стеклянные или пластиковые контейнеры, бумажные или синтетические мешки и картонные коробки, часть веществ нельзя хранить на свету с целью исключения опасных газов.

Так как средний ущерб – это ущерб, происходящий при наиболее вероятном развитии ситуации, а максимальный ущерб способный произойти при самом плохом сценарии развития ситуации. Такое отличие вероятного ущерба от максимального говорит о том, что систему противопожарной защиты на опасных объектах необходимо максимально совершенствовать, чтобы не допустить тяжелых последствий. В связи с чем, большие склады химических веществ должны быть оснащены автоматическими системами управления эвакуацией людей, обеспечивающими своевременное прибытие пожарной охраны; автоматическими системами управления пожаротушением.

## Литература

1. Пожарная опасность химически-опасных производств и объектов хранения [Электронный ресурс] // Эрвист. Технологии безопасности: сайт. URL: <http://www.ervist.ru/stati/pozharnaya-bezopasnost-himicheski-opasnyh-proizvodstv-i-obektov-hraneniya.html>(дата обращения 4.03.2020).
2. А. В. Смирнов, Р. Ш. Хабибуллин. Статистика пожаров на объектах химической и нефтехимической промышленности.[Электронныйресурс] // Интернет-журнал Пожарная безопасность. Академия ГПС МЧС РоссииURL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-5/15-05-16.ttb.pdf> (дата обращения 1.03.2020).
3. Информация в вопросах и ответах по проектам создания производственно-технических комплексов (ПТК) по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I-II классов опасности. 2019. с. 3.
4. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов (РД 08 - 120 - 96);
5. Институт промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства [Электронный ресурс] // Отдел научной информации URL: <https://www.safework.ru/>(дата обращения: 18.02.2020 г.)

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

I. M. Yannikov, D. S. Medincine

## CHEMICAL AND FIRE HAZARD OF SUBSTANCES IN THE PROCESSING, DISPOSAL AND DISPOSAL OF WASTE OF 1-2 HAZARD CLASSES

The article analyzes the chemical and fire hazard of substances that are part of the waste used at facilities for processing, recycling and disposal of waste of 1-2 hazard classes

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

УДК 614.841.1

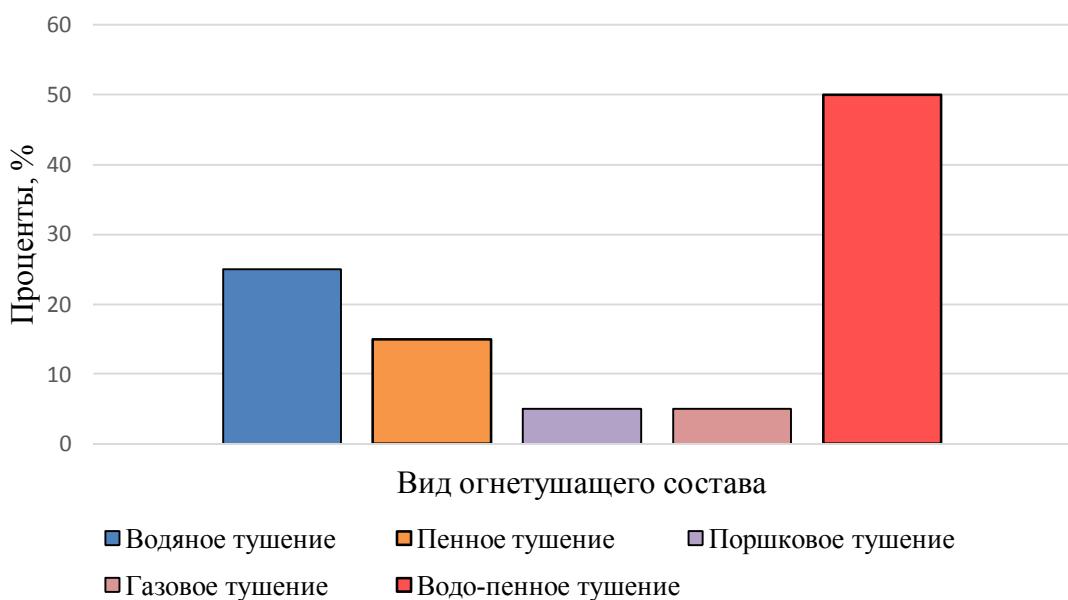
P. V. Xаликов

## РОЛЬ ИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЪЕМНОМ ПОЖАРОТУШЕНИИ ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

В статье проведен анализ статистических данных, по пожарам замкнутых пространствах газокомпрессорных станций. Определены недостатки существующих средств тушения. Выявлена и проанализирована роль ионных процессов. Описаны параметры реакций ионного обмена в условиях пожара в замкнутых объемах. Предложены способы подавления пламени с учетом характеристик процессов ионного обмена

### Введение

Национальная безопасность Российской Федерации неразрывно связана с устойчивым развитием нефтегазового комплекса. Среди объектов нефтегазового комплекса особое место занимают газокомпрессорные станции, это связано с тем, что данные объекты напрямую связаны с не только объектами промышленности, но и с объектами социальной инфраструктуры. Так, например, при пожаре на курской газокомпрессорной станции в 2018 году в период начала отопительного сезона город Железногорск с населением более 80 тыс. чел. остался без газо-теплоснабжения, более 5 промышленных объектов города перестали функционировать. Согласно проведенному анализу статистических данных в период с 2014 по 2019 гг. более 70 % пожаров газокомпрессорных станций происходило в замкнутых объемах, а эффективность их тушения не превышала 57 %. Рассмотрение вещества, используемых для тушения пожаров в замкнутых объемах газокомпрессорных станций в период с 2014 по 2019 гг. представлено на рисунке.



Гистограмма вид огнетушащего вещества для тушения пожаров, происходящих в замкнутых объемах газокомпрессорных станций (%)

**Вывод:** отмечаем, что более чем в половине случаев тушения пожаров в замкнутых объемах газокомпрессорных станций используются водо-пенные растворы, это связано с тем, что в 75 % случаев пожаров горят масла газоперекачивающих агрегатов. Поэтому из существующих средств пожаротушения, имеющихся на вооружении подразделений пожарной охраны на данный момент наиболее подходящими являются водо-пенные растворы с пленкообразующими составами. Однако, их применение не создает условий для быстрой ликвидации горения.

#### Анализ огнетушащих свойств водо-пенных растворов

Как было сказано выше, эффективность применения существующих огнетушащих веществ, в том числе и водо-пенных растворов, для тушения пожаров в замкнутых объемах газокомпрессорных станций не превышает 57 %, рассмотрим возможные причины этого.

При проведении лабораторных исследований в области применения пенообразователей с пленкообразующими составами для тушения пожаров жидких углеводородов были обнаружены неоднородные участки формирования пленки на поверхности горящего углеводорода [1]. Результаты данного эксперимента, были использованы для вычисления механизмов тушения жидких углеводородов в конкретный момент времени. Обработанные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость фазового состояния среды и механизмов тушения от времени

Время от начала тушения пожара	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сосредоточенность водяной фазы, %	2	2	3	7	7	7	7	7	7	7	7	20	25	41	58	60	70
Сосредоточенность пенной фазы, %	98	98	97	93	93	93	93	93	93	93	80	75	59	42	40	30	
Механизм тушения изоляцией и экранирование, %	57	65	65	65	67	58	43	42	42	42	42	38	35	33	32	31	
Механизм тушения охлаждением, %	43	35	35	35	33	42	57	58	58	58	58	62	65	67	68	69	

Анализ табл. 1 показал, что механизм тушения экранированием и изоляцией пенами с добавлением этиленгликоля и пленкообразующих составов эффективен в первые 6 минут после подачи на горящую поверхность жидкого углеводорода. Основное время тушения (порядка 69 %) происходит посредством непосредственного участия охлаждающего воздействия водяной среды.

Размеры капель воды, участвующих в тушении, на данном этапе составляют около 500 - 700 мкм, что соизмеримо с размером капель из спринклерного оросителя системы автоматического пожаротушения [2]. Отличие состоит в том, что поверхность данных капель имеет большую молекулярную вязкость. В момент соприкосновения водяных растворов в дисперсном состоянии с поверхностью горящей жидкости образуется гетерогенный газовый слой. Как известно, вязкость газовой среды не зависит от давления окружающей среды [3]. Воздействие на вязкость газовой среды может быть осуществлено с помощью температуры, чем выше температура, тем выше вязкость [3]. Среднеобъемную температуру среды реального пожара жидких углеводородов не изменить, однако возможно уменьшить диаметр капель водяной среды до размеров нескольких микрон, тем самым увеличить площадь теплового соприкосновения. Однако в таком случае необходимо рассматривать процесс тушения на ионном уровне, потому что при введении в среды с подобной дисперсностью влияние на ионные процессы горения будет существенным.

### **Ионные аспекты процессов горения веществ объемного пожаротушения газокомпрессорных станций**

Переходя к рассмотрению ионных процессов горения в объеме помещений необходимо заметить, что существует 2 основных механизма прекращения горения: охлаждение системы реагирующих веществ и прекращение цепных реакций горения [4]. Отгнетущая способность веществ не является проявлением одного из механизмов, однако наиболее перспективным с точки зрения будущего использования являются ионные процессы.

Согласно анализу, статистических данных, приведённому в ведении данной статьи 75 % случаев пожаров горят масла газоперекачивающих агрегатов. Поэтому рассмотрим особенности горения данных масел в условиях замкнутых объемов. Как и любое горение, горение масел газоперекачивающих агрегатов может быть представлено процессами синтеза и разложения веществ с образованием свободных радикалов. Они являются связующим звеном для поддержания электронейтральности пламени во времени, однако свободные радикалы не могут долгое время свободно существовать, поэтому при изменении концентраций реагирующих веществ в пределах стехиометрии, необходимо время порядка 10<sup>-3</sup> с для возвращения системы устойчивое состояние. Горение масел газоперекачивающих агрегатов в данном случае может быть представлена газо-ионным составом горения жидких углеводородов (табл. 2) [5].

Таблица 2  
Газо-ионный состав горения жидких углеводородов

№, п/п	Время, мин	Объемный состав ионов (в %) в среде	Время до начала реакций разветвления ионов
1	5	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=9%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=12%	5-7
2	6	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=9%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=11%	5-7
3	7	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=10%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=11%	5-6
4	8	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=11%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=11%	5-6
5	9	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=12%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=11%	5-6
6	10	[H <sup>+</sup> , R-OH, C <sup>+</sup> ]=12%, [R <sub>1</sub> -O-R <sub>2</sub> ]=11%	5-6

Окончание табл. 2

7	11	$[H^+, R-OH, C^+] = 15\%$ , $[R_1-O-R_2] = 11\%$	4-5
8	8	$[H^+, R-OH, C^+] = 16\%$ , $[R_1-O-R_2] = 12\%$	4-5
9	12	$[H^+, R-OH, C^+] = 17\%$ , $[R_1-O-R_2] = 12\%$	4-5
10	13	$[H^+, R-OH, C^+] = 16\%$ , $[R_1-O-R_2] = 12\%$	4-5
11	14	$[H^+, R-OH, C^+] = 17\%$ , $[R_1-O-R_2] = 14\%$	5-6
12	15	$[H^+, R-OH, C^+] = 17\%$ , $[R_1-O-R_2] = 20\%$	5-6
13	16	$[H^+, R-OH, C^+] = 16\%$ , $[R_1-O-R_2] = 23\%$	5-6
14	17	$[H^+, R-OH, C^+] = 15\%$ , $[R_1-O-R_2] = 27\%$	5-6
15	18	$[H^+, R-OH, C^+] = 15\%$ , $[R_1-O-R_2] = 28\%$	5-7
16	19	$[H^+, R-OH, C^+] = 15\%$ , $[R_1-O-R_2] = 29\%$	5-7
17	20	$[H^+, R-OH, C^+] = 14\%$ , $[R_1-O-R_2] = 29\%$	7-8
18	21	$[H^+, R-OH, C^+] = 13\%$ , $[R_1-O-R_2] = 28\%$	7-8
19	22	$[H^+, R-OH, C^+] = 13\%$ , $[R_1-O-R_2] = 28\%$	7-8
20	23	$[H^+, R-OH, C^+] = 12\%$ , $[R_1-O-R_2] = 28\%$	7-8

**Вывод:** анализирую данную таблицу, находим, что для тушения пожаров в замкнутых объемах с использованием высокодисперсной среды целесообразно вводить ее при наступлении режима горения, при котором пожар регулируется вентиляцией (далее – ПРВ), то есть с 15 минуты пожара, с данного момента времени происходит резкое возрастание радикального состава смеси, начинается своеобразное пресыщение, энергии и неполярных растворителей достаточно для продолжения реакций цепного разветвления, но отсутствует поступления окислителя. Это может быть объяснено тем, что при наступлении ПРВ начинают формироваться высокомолекулярные продукты горения из вторичных химических реакций, то есть таких, когда поступление кислорода происходит не из внешней среды, а результате распада ранее образованных веществ. Введение высокодисперсной среды с высокой охлаждающей способностью в данный момент времени, позволит прекратить реализацию вторичных химических реакций и как следствие приведет к самоингибиции системы.

#### **Возможности температурно-активированной воды для подавления реакций ионного обмена**

Указанными характеристиками дисперсности среды обладают тонкораспыленная и температурно-активированная вода [6]. Однако, актуальным является использование температурно-активированной воды для данного случая, так как ее дисперсность не ограничивается лишь наличием водяной среды, в ее основу входит и паровая среда. Это создает возможность торможения ионных процессов реакции горения и флегматизации зоны пожара.

## Литература

1. C. Balluff, W. Brotz, A. Schonbucher, D. Gock, N. Schie, Study of hazardous fires of liquid hydrocarbons as a contribution to the safety of chemical plants, Chem. – Ing. – Tech. 57 (1985) 823.
2. С. Г. Цариченко, В. А. Былинкин, С. М. Дымов и др. Руководство по определению параметров автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой. -М.: ВНИИПО, 2004. [Электронный ресурс] // М-во Рос. Федерации по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и ликвидации последствий стихийн. бедствий (МЧС России), Федер. гос. учреждение "Всерос. ордена "Знак почета" науч.-исслед. ин-т противопожарной обороны" (ФГУ ВНИИПО МЧС России); [подгот. С.Г. Цариченко и др.]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19623015> (дата обращения 12.01.2020)
3. В. А. Матвеев, О. Ф. Орлов Определение динамической вязкости вещества в зависимости от давления и температуры [Электронный ресурс] // Вестник московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. серия естественные науки 2009. № 3 (34). С. 116-118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12939032> (дата обращения 10.01.2020)
4. В. В. Азатян, И. А. Болодъян., В. Ю., Навценя, Ю. Н Шебеко., А. Ю. Шебеко Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.01.2020)
5. Р.В. Халиков Объемное тушение пожаров твердых углеводородов [Электронный ресурс] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования 2019. № 3 (4). С. 201-203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41579070> (дата обращения 10.01.2020)
6. В. В. Роенко, А. В. Пряничников, Е. Б. Бондарев Применение температурно-активированной воды для тушения пожаров турбинных масел на объектах теплоэнергетики. [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 4 (62). С. 84-93. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846407> (дата обращения 01.01.2020)

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

R. V. Khalikov

## THE ROLE OF IONIC PROCESSES IN THE VOLUME FIRE EXTINGUISHING OF CLOSED SPACES OF GAS COMPRESSOR STATIONS

**Annotation.** The article analyses statistical data on enclosed-space fire at gas compressor stations. The limitations of the existing means of extinguishing have been identified. The role of ion processes has been identified and analysed. Parameters of ion exchange reactions in closed-volume fire conditions are described. The invention relates to methods for suppressing a flame taking into account the characteristics of ion exchange processes.

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Л. М. Баженова, С. В. Пельтихина, Е. В. Семенова

## АКТУАЛИЗАЦИЯ РАЗДЕЛА «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ НА СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЮ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(Мнение специалистов практиков в области разработки раздела пожарной безопасности в проектной документации)

Содержание вышеуказанного раздела в проектной документации не содержит конкретности принятых решений в области противопожарных требований. В основном содержат лишь информацию по требуемым пожарно-техническим параметрам проектируемого объекта и не освещают конкретных показателей принятых в проекте решений

В настоящее время вопросы строительства в целом в нашей стране строятся на основе инновационных решений вследствие, которых назревает необходимость применения новых строительных материалов, технологий и методов строительства. Почти каждый год на рынке возникают новые предложения от производителей строительных материалов. Увеличение этажности зданий, применение технологий лёгких тонкостенных стальных конструкций, монолитно-каркасное строительство, значительно увеличивает пожарные риски. Это накладывает ответственность на строителей за конечный результат выполнения работ в случае применения несоответствующих требуемым нормам решений или допущения ошибок на стадии проектирования.

Вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов надзора требуют пристального внимания и регулярного совершенствования. Несмотря на ряд принимаемых систематически мер, в этой области стоит обращать внимание на непрактичность и неудобства применения тех или иных разработок. Хотим предложить вашему вниманию собственное видение ряда вопросов в области пожарной безопасности.

Рассмотрим аспекты требований пожарной безопасности при разработке проектов на строительство зданий и сооружений различных классов функциональной пожарной опасности, а также проектов реконструкции уже существующих объектов.

В проектной документации существует специальный раздел: «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности», который практически зачастую не отражает конкретно принятых в проекте решений по обеспечению пожарной безопасности проектируемого здания, а содержит лишь информацию из Федерального Закона от 28.07 2008 г № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В данном разделе имеются исходные данные об объекте, перечень нормативно-правовых актов и нормативной документации по пожарной безопасности используемых при разработке проекта, это правильно и целесообразно. А далее большой объём документа занят переносом статей из ФЗ № 123. Вопрос, а что специалисты в этой области не знают содержание основного своего профессионального документа? Напрашивается один вывод, цель раздела занять побольше места, сделать объёмным раздел и упустить из вида необходимую информацию. Как практика (Л. М. Баженова) занимающегося вопросами обеспечения пожарной безопасности различных объектов с 01.12.1972 г официально по 31.09.2018 г. мне это кажется формализмом в решении насущных вопросов пожарной безопасности.

Рассматривая различные аспекты данного раздела, хотим остановиться на некоторых из них. Особенно не совершенным считаем разработку объёмно-планировочных и конструктивных решений проектируемых зданий.

В разделе определена требуемая степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания, дана информация о требуемых пределах огнестойкости

основных строительных конструкций и классу конструктивной пожарной опасности. Сведения представлены в принятой ФЗ № 123 табличной форме. На этом всё заканчивается. Но, для того чтобы судить о соответствии проектируемого здания требованиям противопожарных норм нужна выборка из архитектурно-строительной части проекта по основным конструктивным элементам здания, которые определяют его фактическую степень огнестойкости (см. таблицу № 21 ФЗ № 123). Необходима полная информация по этим конструкциям и точная ссылка на обоснование, по которому определён их предел огнестойкости. Пример показан в таблице.

№ п/п	Наименование конструкции и её характеристика	П фак.	Обоснование
1	Стены 1. восьмищелевые стенные опилкобетонные камни СКЦ-I Р; 2. стенные опилкобетонные камни с заполнением щелей цементным раствором	REI 150	№ протокола ВНИИПО 699-97
2	Стальная колонна с облицовкой огнезащитными плитами PYRO-SAFEAESTUVERT при условии воздействия углеводородного температурного режима по ГОСТ П ЕН 1363-2-2014. 1 – двутавр № 30К1 по АСЧМ 20-93 3 – огнезащитные плиты PYRO-SAFEAESTUVERT толщиной 40 мм 4 – ребра жесткости из плит толщиной 40 мм, с выступом на 10 мм от полок двутавра 5 – пояса шириной (100±10) из плит PYRO-SAFE AESTUVERT толщиной 10 мм	R180	Справочник ВНИИПО МЧС РФ Техническая информация т. 2,2 М 2017

Обоснования могут быть экспериментальные из справочников или аналитические. Такой же подход должен быть и к вопросу по конструктивной пожарной опасности здания. Аналогичная таблица класса пожарной опасности конструкций даст возможность сразу сделать вывод о пожарно-технических характеристиках отделочных материалов, ссылка на обоснование позволит выявить наличие сертификации на эти материалы. Конечно, это увеличит объём раздела, потребует более качественного отношения к разработке противопожарных мероприятий, но это будет гораздо продуктивнее в достижении нашей общей цели обеспечения пожарной безопасности строящихся и реконструируемых объектов.

Таким образом, такая информация в разделе должна быть по всем пожарно-техническим параметрам. Это целесообразно и удобно для использования при выполнении функций по надзору за соответствием проектируемых, строящихся и уже построенных зданий и сооружений. Такой подход ко всем требованиям в области пожарной безопасности даёт возможность на всех этапах деятельности не допускать нарушений противопожарных требований.

#### Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (Электронный ресурс); Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123 – ФЗ; принят Гос.Думой Федер.Собр. Рос .Федерации 4 июля 2008 г, одобрен Советом Федерации.Федер.Собр. Рос.Федерации 11 июля 2008г.( в редакции Федер. Закона т 29 июля 2017 г. № 244-ФЗ) Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
3. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям.
4. Общество с ограниченной ответственностью «Регионграждан проект» Член саморегулируемой организации Ассоциация «Объединение проектировщиков Черноземья» СРО-П-015-11082009. Реестровый № 141 от 22.01.2015.

5. «Реконструкция здания по адресу: ул. Карла Маркса, д 36, г. Воронеж для БУЗ ВО «ВГКП № 1»  
Проектная документация Раздел 9. «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» 34-17-ПБ. Том 9.

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

L. M. Bazhenova, S. V. Peltigera, E. V. Semenova

## UPDATING THE FIRE SAFETY SECTION WHEN DEVELOPING PROJECTS FOR THE CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

(Opinion of practitioners in the field of developing the fire safety section in the project documentation)

The content of the above section in the project documentation does not contain the specifics of the decisions taken in the field of fire protection requirements. Basically, they contain only information on the required fire-technical parameters of the projected object and do not cover specific indicators of the decisions made in the project

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

УДК 626.832

А. П. Немцеров, И. А. Новикова, С. А. Усачева

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассматриваются прогнозы совершенствования конструкций специальных пожарных автомобилей

В настоящее время практически все автомобили оборудуют в качестве силовых установок поршневыми двигателями внутреннего сгорания- карбюраторными или дизельными.

Наиболее широко распространен карбюраторный двигатель, однако он имеет существенный недостаток - низкий КПД, не превышающий 18...20 %. КПД дизелей выше и составляет 20 ...23 %, а в некоторых режимах он достигает 36 ...40 %. Более высокая топливная экономичность, а также тот факт, что ряду компонентов отработавшие газы дизелей менее токсичны, нежели у современных карбюраторных двигателей, способствуют более широкому применению дизелей за рубежом, особенно на грузовых автомобилях, в том числе средней и даже малой грузоподъемности.

Общий процент грузовых автомобилей с дизелями в России относительно невелик и ограничивается пока применением их на автомобилях большой грузоподъемности (группы А с осевой нагрузкой до 10 т). В то же время проведенные исследования показывают несомненную экономическую целесообразность применения дизелей на других типах автомобилей.

В нашей стране интенсивная дизелизация автомобильного парка началась в 80-х годах прошлого столетия. Сейчас на применение дизельных двигателей переходит ЗИЛ, а в последующем и Горьковский автомобильный завод. Автомобильный завод, выпускающий шасси «Урал», планирует оборудовать дизельными двигателями 70 % своих автомобилей. Таким образом, количество шасси, оборудованных дизельными двигателями, существенно повысится.

Большую перспективность дизелей определяют три фактора: более высокий, как отмечалось, КПД и значительная (до 30 %) экономия топлива по сравнению с карбюраторными двигателями, значительно меньшая токсичность отработавших газов

(оксида углерода меньше в 5... 10 раз, углеводородов — в 2...3 раза), легкость перехода на другой вид топлива. Последнее обстоятельство открывает особенно широкие перспективы на рубеже 2000—2010 гг. по применению различных альтернативных видов топлива, их смесей и эмульсий, включая каменноугольную пыль. Вполне вероятно, что целесообразнее окажется использовать многотопливные дизели, чем перестраивать нефтеперерабатывающую промышленность на преимущественный выпуск дизельного топлива.

В связи с ограниченностью запасов нефти на Земле во многих промышленно развитых странах мира развертываются научно-исследовательские работы по изысканию заменителей нефтяных топлив для автомобильных двигателей, в том числе и для дизелей.

Среди общих направлений, по которым идет совершенствование конструкций шасси ЗИЛ, одним из важнейших является переход на применение дизельных двигателей, обеспечивающих в будущем возможность использования альтернативных видов топлива без существенной перестройки производства. Двигатель ЗИЛ-645 мощностью 136 кВт (185 л. с.) имеет двухрежимный регулятор частоты вращения прямого действия, факельный предпусковой подогреватель всасываемого воздуха и жидкостный — для разогрева охлаждающей жидкости. Предусматривается применение автоматической системы поддержания оптимальной температуры охлаждающей жидкости с помощью муфты отключения вентилятора и датчика температуры. Тепловой режим двигателя при работе в стационарном режиме поддерживается с помощью полного открытия жалюзи вентилятора, терmostата и включения муфты вентилятора.

В семействе автомобилей ЗИЛ предполагается освоить три модификации с различными размерами колесной базы: 3800, 4500 и 5600 мм. Это позволит создавать на данном шасси различные типы пожарных автомобилей, максимально унифицированных между собой. Грузоподъемность этих моделей — 6 т, грузоподъемность шасси (без кузова) для монтажа различных установок — 7,15 т.

Одно из важных направлений совершенствования шасси ЗИЛ — это обеспечение требований безопасности и улучшение условий труда водителей. На новых шасси будет устанавливаться тормозная система типа «Вестин-гауз». Активно ведутся работы по созданию антиблокировочных тормозных систем. Улучшится удобство обслуживания, эргономические показатели, шумовибро-изоляция и отделка кабины. Проведен ряд работ по улучшению плавности хода автомобиля [1].

На новых автомобилях ЗИЛ-4331 сохраняется традиционная компоновка — кабина за двигателем, что облегчает возможности ее доработки для размещения боевого расчета. Модификации семейства ЗИЛ-4331 предусмотрено выпускать в экспортном и тропическом исполнениях, а также для работы в условиях Крайнего Севера.

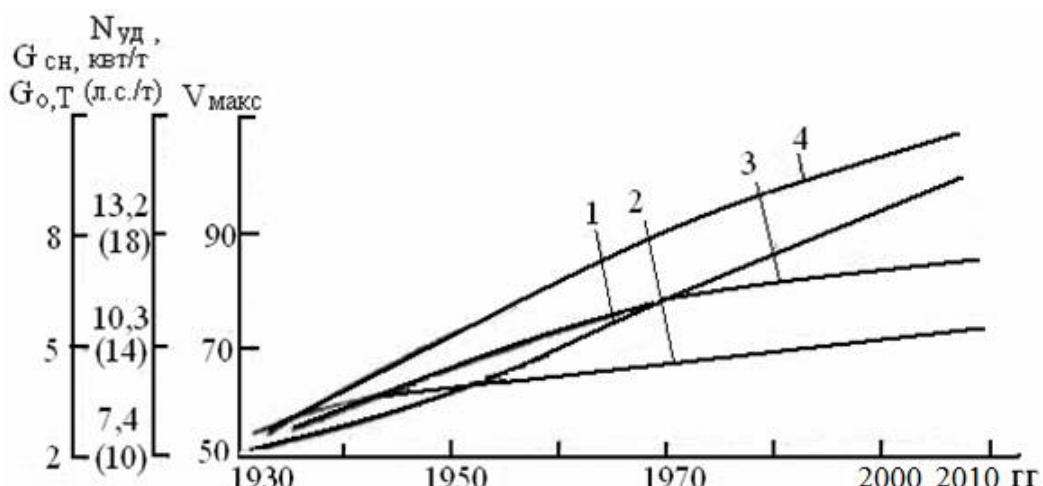
Ведутся также работы над созданием перспективных полноприводных автомобилей ЗИЛ-4334 с колесной формулой 6х6, которые предполагается выпускать как с бензиновым, так и с дизельным двигателями в различных модификациях (бортовой автомобиль, седельный тягач).

Прогноз изменений основных параметров шасси ЗИЛ, разработанный с применением квадратичных моделей па ЭВМ, показан на рисунке 17. Перспективы изменения основных параметров шасси ЗИЛ как базового для создания пожарных автомобилей должны учитываться при разработке параметрических рядов пожарных машин, производство которых может быть организовано в перспективный период.

Шасси Урал. Новое шасси «Урал-4320» с колесной формулой 6Х6 выпускается Миасским автомобильным заводом взамен шасси «Урал-375». Оно предназначено для выполнения транспортных работ в условиях сельскохозяйственного производства в составе автопоезда грузоподъемностью 12,5... 14 т. Шасси имеет грузоподъемность при эксплуатации на дорогах с твердым покрытием 7 т, в условиях бездорожья — 5 т. Конструкцией предусмотрен широкий диапазон регулирования скоростей (3... 85 км/ч) и высокая проходимость по мягкому грунту за счет шин регулируемого давления. На шасси

установлен дизельный двигатель КамАЗ-740-111 мощностью 155 кВт (210 л. с), в дальнейшем предусмотрена установка двигателя мощностью 192 кВт (260 л. с). Имеется механизм синхронного и зависимого отбора мощности для привода различных технологических агрегатов.

Тормозная система на шасси Урал-4320 — гидропневматическая, с раздельным приводом по гидравлической части. Контрольный расход топлива — 26 л/100 км (на предшествующей модели расход топлива составлял 46 л/100 км).



1 — грузоподъемность  $G_o$ , т; 2 — снаряженная масса  $G_{ch}$ , т; 3 — удельная мощность  $N_{уд}$ , кВт;  
4 — максимальная скорость  $V_{maxc}$ , км/с

Фактическое и прогнозируемое изменение параметров шасси ЗИЛ (сглаженные данные)

Из других типов шасси перспективными для пожарных автомобилей являются шасси КамАЗ. Заводом освоено производство полноприводного шасси КамАЗ-43105 с колесной формулой 6Х6 грузоподъемностью 8,6 т и с максимальной скоростью 85 км/ч. На базе этого шасси могут создаваться пожарные автомобили для тушения пожаров на специальных объектах — в аэропортах, на лесобиржах, нефтеперерабатывающих комплексах.

Разработана и осваивается в производстве перспективная модель короткобазового шасси КамАЗ-5510 с новыми техническими характеристиками, более экономичное в эксплуатации (грузоподъемность 12,4 т, максимальная скорость 100 км/ч). Это шасси может представить интерес при создании пожарных автоцистерн с повышенным запасом вывозимой воды.

Для создания специальных пожарных автомобилей (автолестницы, автоподъемники, комбинированные автоцистерны с коленчатым подъемником) наиболее пригодно длиннобазное шасси КамАЗ-53213 грузоподъемностью 11 т, отличающееся значительной компоновочной длиной, позволяющей размещать специальное крупногабаритное оборудование.

#### Литература

1. Ассоров Ф. Г. наставление по эксплуатации пожарной техники: пособие / Ф. Г. Ассоров. - М.: Россельхозиздат, 1985. – 126 с.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

A. P. Nemcerov, I. A. Novikova, S. A. Usacheva

#### DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ENGINES OF SPECIAL FIRE TRUCKS

Forecasts for improving the design of special fire trucks are considered

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## **6. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

УДК 658.38:159.942

Е. В. Климова, Д. А. Синебок

### **ВЛИЯНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

В данной статье рассматриваются причины возникновения у работников отклонения в психоэмоциональном состоянии во время трудовой деятельности; анализируются ситуации в которых человек наиболее неустойчив эмоционально и психически; рассматривается процесс возникновения стресса с нейрохимической точки зрения и устанавливается взаимосвязь между психоэмоциональным состоянием работника и уровнем безопасности выполнения им работ. Базируясь на полученной информации, предлагаются методы экспрессоценки и регистрации отклонения психоэмоционального состояния с целью повышения безопасности труда

Производственная деятельность занимает значительную часть жизнедеятельности человека, влияет на ее физическую и психологическую составляющую.

На качество и безопасность труда человека, влияет множество факторов, таких как квалифицированность, опытность, приспособляемость, стрессоустойчивость, окружающая среда и так далее. Одним из важных факторов является здоровье работника и его психоэмоциональное состояние [1, 2, 3].

Анализ причин производственного травматизма указывает на то, что на первом месте среди причин несчастных случаев на производстве, в том числе и с летальным исходом стоит человеческий фактор. А что такое человеческий фактор? Это и уровень профессиональной подготовки и компетентности работника, и уровень его мотивации, и его психоэмоциональное состояние и др. [4].

Каждый вид работ, помимо физических нагрузок, неотделимо связан с необходимостью применения силы воли, мышления, сосредоточения, принятия решений.

Работоспособность человека в течение рабочей смены имеет динамику, обуславливаемую рядом сменяющихся фаз, представленных на рис. 1 [5].

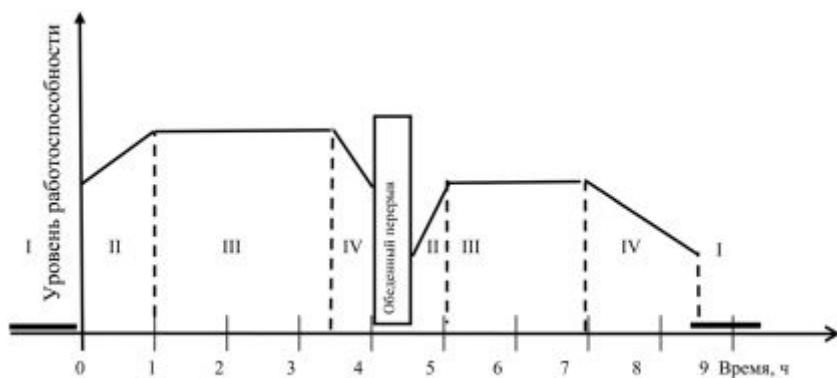


Рис. 1. Фазы работоспособности за смену:

I - дорабочее состояние; II - фаза выработывания; III - фаза устойчивой работоспособности; IV - фаза снижения работоспособности/утомляемость [6]

По статистике наибольшая частота производственного травматизма, порядка 40 %, регистрируется на I, II и IV фазах работоспособности. Отличительным признаком данных фаз является отклонение от нормы эмоционального состояния персонала, под влиянием психофизиологических факторов [6].

Обязанности работника и условия труда виодизменяются под влиянием научно-технического прогресса. Работа по преобразованию предмета труда возлагается на технику, а исполнителю передаются такие обязанности, как контроль, программирование, управление это в значительной степени снижает физические нагрузки. Данные процессы ни что иное как автоматизация труда, дистанционное ведение работ и как следствие снижение контакта человека с рабочей средой и ее факторами, которые могут быть опасны для его здоровья или жизни.

С уменьшением физических нагрузок, повышается напряженность трудового процесса. Увеличение мощностей оборудования и нарастающая скорость произведения работ приводит к дисбалансу параметров работы автоматизированного оборудования и возможностей работающего воспринимать и обрабатывать информацию, а также принимать решения. Это вызывает переработку, необходимость восприятия и толкования большого объема информации, ответственность за принимаемый выбор, который может совершаться в условиях ограниченного времени или при нестандартной задаче. Результатом является рост нагрузок на нервную систему, что и приводит к травмам, авариям, болезням, психическим расстройствам (информационному стрессу).

Рассмотрим влияние такого психоэмоционального показателя как стресс на безопасное ведение работ.

Доктор Дэвид Шпигель, медицинский директор Стэнфордского центра по стрессу и здоровью, утверждает, что существует прямая корреляция между увеличением рабочего стресса и увеличением несчастных случаев на рабочем месте [7].

Рассмотрим механизм воздействия стресса на снижение эффективности работы и повышения риска совершения ошибки или травмирования.

Стресс может оказывать положительное влияние на человека, помочь сконцентрироваться или дать дополнительный заряд энергии, однако при постоянном ощущении стресса, он начинает изменять наш мозг.

Хронический стресс, возникающий при переработках или скандалах как внутри рабочего коллектива, так и внутри семьи, он может повлиять на структуру и работу мозга.

Возникает стресс вгипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе (далее по тексту обозначаемой ГГНС), в комплексе взаимодействий эндокринных желез мозга и почек, которые в свою очередь отвечают за ответ организма на стресс. Во время стресса активируется ГГНС и выбрасывается гормон кортизола, способствующий мгновенной реакции организма на ситуацию, однако продолжительное влияние данного гормона отрицательно влияет на организм. Хронический стресс повышает скорость образования и количество нейронных связей в миндалевидной железе, центре страха в мозге. С повышением уровня кортизола, сигналы подаваемые в гиппокамп ослабевают, сам гиппокамп, отвечающий за обучаемость, восприятие стресса и память, так же снижает активность, такая

Чрезмерное выделение гормона оказывает негативное влияние на появление синоптических связей между нейронами и уменьшение префронтальной коры головного мозга, части отвечающей за фокусирование и способность к концентрации, принятие решений, здравомыслие и коммуникацию. Так же уменьшается число новообразованных клеток мозга, вырабатываемых в гиппокампе. Это говорит о том, что хронически стресс усложняет обучаемость и запоминание, а также создает условие для более серьезных психологических проблем (депрессия, болезни Альцгеймера и т.д.).

Следовательно, работник, подвергающийся постоянному стрессу и продолжающий выполнение рабочих обязанностей, предрасположен к совершению ошибок, а так же теряя концентрацию, находится в зоне риска получения травм по неосторожности или игнорирования правил безопасного ведения работ.

Выявления стресса у рабочих на ранних стадиях, позволит предотвратить нежелательное событие до его наступления и предпринять меры для восстановления работоспособности сотрудника.

Для фиксации и анализа психоэмоционального состояния существуют разнообразные методики и технические устройства. Для экспресса исследования используют опросные листы, анкеты и устное интервьюирование для определения уровня тревоги. Наиболее распространенными являются тесты Люшера, Спилберга-Ханина, Цунга. Преимущества экспресс методов состоят в их простоте использования и относительно быстром получения и анализа результатов.

Недостатком является очевидность и направленность вопросов, что часто нарушает реакцию опрашиваемого и искажает ответ, для получения «выгодного» результата. Еще одним недостатком является невозможность отслеживания состояния прямо во время работы, а также повторяющиеся вопросы при повторном тестировании, что дает возможность трестирующему давать повторные ответы, не описывающие реального состояния [8].

Однако объективные методы оценки являются наиболее достоверными. Рассмотрим ряд таких методов. Разработка VibraImage (ВиброИзображение) - система контроля психоэмоционального состояния человека. Назначение данной системы в выявлении потенциально опасных людей, регистрации анализа состояния человека, количественной идентификации уровня эмоций и определении лжи. Работает данная система при помощи бесконтактного дистанционного сканирования.

Устройство позволяет оценивать психоэмоциональное состояние человека посредством алгоритмов вычисления и визуальной оценки, на основе запатентованного анализа вестибулярно-эмоционального рефлекса и макродвижений.

Система оценки психофизического состояния базируется на вестибулярно-эмоциональном рефлексе, так же именуемый ВЭР. ВЭР – свободное, пространственное движение головой при сохранении вертикального равновесия, зависящее от психофизического и эмоционального состояния. Вестибулярно-эмоциональный рефлекс - это связующее между эмоциональным фоном человека и его физиологическим состоянием [9].

Другой метод оценки психоэмоционального состояния базируется на электробиолюминисцентном свечении сокращенно и далее по тексту (ЭБЛ). ЭБЛ метод исследования базируется на эффекте Кирлана, «Кирлоновой ауре». Он представляет собой явление свечения вокруг объектов возникающее под воздействием высокочастотного высоковольтного разряда, также известном как метод биоэлектрографии (БЭГ).

Применение данного явления для диагностики базируется на изменении электрически индуцированного свечения пальцев конечностей, а именно изменение структуры, вида и форм корон свечения что может констатировать о нарушение некоторых функциональных составляющих организма.

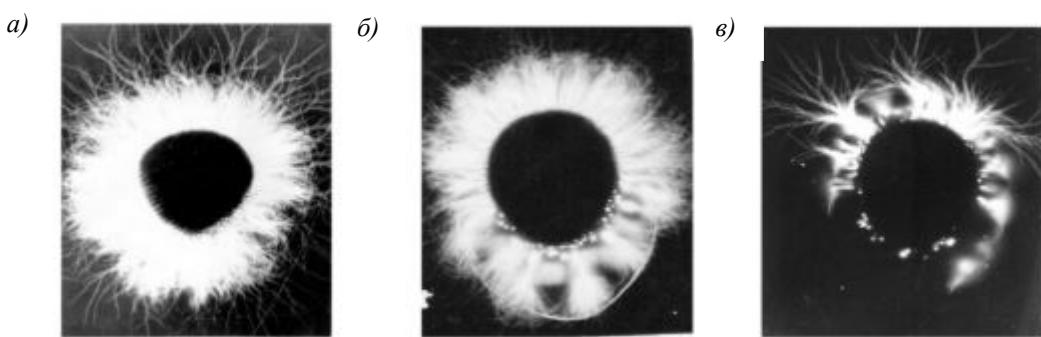


Рис. 2. Биоэлектрограммы пальцев верхних конечностей:  
а - норма (равномерное свечение, единичные сжатые стримеры); б - стрессовое кольцо;  
в - токсичные пятна [10]

По внешнему виду свечения можно установить состояние здоровья объекта. Выявить здорового человека или же подверженного заболеваниям хронического или инфекционным заболеваниям [10].

Высокоперспективность ЭБЛ в настоящем времени заключается в: неинвазивности метода регистрации психоэмоционального состояния, процессы можно отслеживать во времени, относительная низкая стоимость исследования. Минусами данного анализа является необходимость прохождения объекта исследования через высокочастотное высоковольтное поле, что противоречит принципу не воздействия на объект. Данный метод выводит не фактический образ, а ауру частей тела, простроенную программе.

Следующий существующий аппаратно-программный комплекс РОФЕС- Е01С (ROFES-E01C), компании ООО «Инферум». Данный комплекс основан на базе таких методов как электрокардиография-метод фиксирования разности потенциалов электрического поля сердца, образующегося в процессе его работы.

ROFES позиционирует себя как комплекс индивидуальной диагностики, способный контролировать общий уровень здоровья, 17 основных органов и систем организма, а также психоэмоциональное состояние человека, определяемое по уровню тревоги, стресса, усталости, эмоций.

Под общим уровнем здоровья понимается способность организма поддерживать гомеостаз и приспосабливаться к изменяющимся внешним условиям.

Аппарат может оценивать адаптационные ресурсы и предупреждать о возможных функциональных изменениях в организме - дисфункциях. Данные возможности позволяют выявлять потенциально опасных людей и своевременно предпринимать необходимые меры по безопасности для здоровья персонала, объекта и самого работника.

Метод контроля базируется на возвратной реакции биологически активной точки МС-7, находящейся на левом запястье, через нее ко всем органам отправляется импульс тока сверхмалой амплитуды, который вызывает возвратное воздействие [11]. Каждый орган человека функционирует в определенном для него режиме, отклик ритмов, как эхо, откликается фиксируется устройством и затем сравнивается с эталоном, свойственным здоровому человеку того же пола и возраста.

Анализ состояния выводится на любое цифровое устройство, поддерживающее данную программу, оценка здоровья индексируется цветом. От зеленого до красного, от высокого энергетического уровня и стабильной саморегуляции к истощенному энергетическому уровню и сбою адаптационных механизмов соответственно.

Таким образом, анализ методов контроля, как наиболее перспективных позволяет выделить объективные методы оценки психоэмоционального состояния человека, а именно контактные методы. Рост информативности данных методов позволяют упростить процесс диагностики и выявлять отклонение в психоэмоциональном состоянии работников на ранних стадиях, и оказывать необходимые меры по защите работающего [12, 13].

Кроме оценки уровня психоэмоционального состояния работника необходимо уделять внимание и мероприятиям по психогигиене и психопрофилактике стресса. Эти мероприятия не требуют привлечения таких специалистов как психотерапевтов и психоневрологов, могут проводиться работающим или его непосредственным руководителем. К ним можно отнести, например, процедуры коллективного характера: комнаты отдыха – эмоциональной разгрузки, физкультура, музыка и мероприятия индивидуального характера, такие как:

– соблюдение «разумного поведения общения», выдвинутых Г. Селье. Идея данного подхода заключается в избегании агрессивно настроенных людей в общении, строить общение на искренности и доверительности, иметь увлечения и интерес помимо работы, чаще думать о позитивных событиях, не переживать из-за незначительных ситуаций и т. п.;

– абстрагирование от стрессовой обстановки (отдых, увлечения, медитации и др.);

– использование методов саморегуляции на произвольном и осознаваемом уровнях: нервно-мышечная расслабление, приемы сенсорного репродуцирования образов, аутогенные практики, идеомоторная тренировка, и др.

Важной частью профессиональной подготовки кадров является психологическая подготовка, которая заключается в создании психологической устойчивости работника,

способностью справляться с напряжением, вызываемым рабочей средой и факторами внешней среды [14].

Комплекс предлагаемых мероприятий позволит эффективно работать над психоэмоциональным состоянием работника, своевременно выявлять отклонения, предупреждать стрессовые ситуации, тем самым влиять на уровень безопасности труда.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и правительства Белгородской области Российской Федерации, грант № 18-47-310002.*

*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В. Г. Шухова.*

### Литература

1. Пивоваров Ю. П., Королик В. В., Зиневич Л. С. Гигиена и основы экологии человека: Учебник для студ. высш. учеб. заведения. — М.: Издательский центр "Академия", 2004. - 528 с
2. Влияние психологических факторов на уровень производственного травматизма при выполнении строительно-монтажных работХлусова В.П., Климова Е.В.В сборнике: Молодежь и XXI век - 2018. Материалы VIII Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 70-73.
3. Анализ причин производственного травматизма в Белгородской области Семейкин А. Ю. В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х томах. Составители В. Н. Рошупкина, В. М. Уваров. 2018. С. 324-328.
4. Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда Климова Е. В., Рыжиков Е. Н. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41-51.
5. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, [и др.]. — М.: Высш. шк. - 2004. - 319 с.
6. Фалина Е. В. Способ снижения уровня травматизма на опасных производственных объектах/ Е. В. Фалина// Безопасность жизнедеятельности. - 2010 - № 2 - с. 5 - 8.
7. Safety + Health [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://www.totalsafety.com/insights/stress-on-the-job-can-impact-workplace-safety/> Дата доступа: 8.01.2020
8. М. В. Алюшин, Л. В. Колобашкина. Информационные технологии принятия решений в условиях конфликта: Учебное пособие для вузов.- М.: НИЯУ МИФИ, 2010.-160с. (Про тесты Цунга)
9. (ВиброИзображение) ELSYS [Электронный ресурс]/ режим доступа: <http://www.elsys.ru/vibraimage.php> дата посещения: 18.12.2019
10. Супруги Кирлиан и их изобретение: воспоминания современников, рассказы последователей, мнение специалистов/ Сост. В. А. Лотоцкая. - Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2008. С. 151-160
11. Руководство по эксплуатации: Аппаратно-программный комплекс ROFES-E01C Екатеринбург, Россия. -31 с
12. Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений/ Семейкин А.Ю., Кочеткова И. А., Дроздова А. О., Чернышов А. В.// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № S7. С. 164-174.
13. Современные информационные технологии в менеджменте безопасности труда Дроздова А. О., Чернышов А. В., Семейкин А. Ю., Кочеткова И. А. В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х томах. Составители В. Н. Рошупкина, В. М. Уваров. 2018. С. 216-220.
14. Стресс-менеджмент в подготовке персонала экстренных служб, правоохранительных органов и опасных производственных объектов /Гридин А. А., Ряпухина И. А., Семейкин А. Ю. //Белгород, 2018. 71 с.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

E. V. Klimova, D. A. Cinebook

## INFLUENCE OF THE EMPLOYEE'S PSYCHOEMOTIONAL STATE ON THE SAFETY OF WORK PERFORMANCE

This article examines the causes of employees' deviations in the psycho-emotional state during work; analyzes the situations in which a person is most unstable emotionally and mentally; examines the process of stress from a neurochemical point of view and establishes the relationship between the psycho-emotional state of the employee and the level of safety of their work. Based on the information received, methods of rapid assessment and registration of deviations of the psycho-emotional state are proposed in order to improve safety at work

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

УДК 796.011.1+311.2

П. П. Коротаева, В. А. Миронова, Н. В. Добрынина, В. Л. Гребнев

## ВЛИЯНИЕ СПОРТА НА ЖИЗНЬ СТУДЕНТА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Проведен опрос среди студентов с целью выявления приоритетной причины занятий спортом

### Что такое спорт?

По определению спорт – это физические упражнения для развития и укрепления организма. Для кого-то спорт – это вся жизнь, для кого-то лишь способ поддержания своего тела в форме, а для кого-то просто слова. Мы знаем, для чего нужен спорт спортсменам, а также тем, кого мы видим на сцене и на экране телевизора. В жизни каждого человека спорт, в виде зарядки по утрам и занятий по физкультуре, начинается с детского сада и сопровождает до старости. А что же значит спорт для студентов? [1]

Среди студентов 2-4 курсов технического университета был проведен опрос на тему: «Влияние спорта на жизнь студента». В ходе данного опроса студентам был поставлен вопрос: «Почему вы занимаетесь спортом?». После чего они должны были предложить 10 вариантов ответа, начиная с приоритетного. Ключевым моментом было разделение ответов по половому признаку. Данные ответов студентов представлены в таблице.

Приоритетные факторы занятий спортом для студента

Курс обучения	Девушки (чел.)	Юноши (чел.)
2 курс		
1 группа (всего 19 чел.)	Здоровье 6 Здоровые дети 4 Долголетие 1 Фигура 1 Будущее 1 Качество жизни 1	Здоровье 3 Долголетие 2
2 группа (всего 17 чел.)	Здоровье 5 Долголетие 2 Отказ от вредных привычек 2 Саморазвитие 1 Влияние родителей 1 Фигура 1	Здоровье 4 Здоровые дети 1
3 курс		
1 группа (всего 22 чел.)	Здоровье 13 Долголетие 2 Фигура 2 Качество жизни 1 Влияние общества (мода) 1	Здоровье 2 Занять время 1
4 курс		
1 группа (всего 15 чел.)	Здоровье 2 Долголетие 2 Занять время 1	Здоровье 7 Долголетие 1 Саморазвитие 1 Помощь обществ
2 группа (всего 10 чел.)	Здоровье 5 Здоровые дети 4	Энергичность 1

Окончание таблицы

3 группа (всего 12 чел.)	-	Здоровье 8 Долголетие 3 Настроение 1
4 группа (всего 4 чел.)	Долголетие 1	Фигура 1 Долголетие 1 Влияние родителей 1
5 группа (всего 19 чел.)	Долголетие 1	Здоровье 6 Долголетие 3 Будущее 3 Фигура 2 Сила 1 Производительность труда 1 Пример детям 1
6 группа (всего 10 чел.)	Здоровье 1	Здоровье 4 Долголетие 3 Фигура 1 Пример другим 1
7 группа (всего 9 чел.)	Здоровье 2 Хорошее эмоциональное состояние 1	Здоровье 3 Долголетие 2 Производительность труда 1
8 группа (всего 13 чел.)	Здоровье 3 Долголетие 1	Здоровье 4 Долголетие 3 Саморазвитие 1 Перебарываю лень 1
9 группа (всего 4 чел.)	Здоровье 1	Здоровье 1 Долголетие 1 Здоровые дети 1

По результатам опроса можно сделать несколько выводов. Самые популярные и важные причины для занятий спортом для студентов являются: здоровье, долголетие, здоровые дети, хорошее будущее.

Теперь рассмотрим ответы в процентном соотношении.

**Девушки:** 54 % выбирают здоровье, в эту группу мы так же включили молодость тела, тонус иммунной системы и уменьшение заболеваемости; 14,3 % занимаются спортом, чтобы прожить, как можно дольше; 11,4 % ведут спортивный образ жизни ради здоровых будущих детей; 5,7 % девушек поддерживают фигуру и внешний вид в спортивной форме; 2,9 % девушек выбирают спорт, чтобы отказаться от вредных привычек; 1,4 % в таких категориях, как: здоровое будущее; саморазвитие в спортивном плане; поддержание эмоционального состояния; влияние моды; влияние родителей с детства; улучшение качества жизни; правильное использование свободного времени.

**Юноши:** 42 % проголосовало за хорошее здоровье. 22,6 % занимаются спортом, чтобы достичь долголетия. 4,8 % поддерживают свою фигуру в хорошем виде. 3,6 % думают о своем будущем. 2,4 % занимаются ради саморазвития в спорте; так же, чтобы улучшить свою производительность труда в некоторых сферах; и такое количество людей задумывается о здоровье своих будущих детей. 1,2 % набирают такие категории, как: занимаются спортом под влиянием родителей (или так учили родители с детства); чтобы подать пример детям и обществу; такое количество людей так же занимаются спортом, чтобы перебарывать лень; или просто использовать свободное время с толком; чтобы быть сильным; энергичным; быть в силах помогать обществу.

Для поддержания здорового образа жизни необходимо заниматься спортом, как видно по статистике опроса спорт нужен студентам в разнообразных категориях жизни. В процессе занятий тело человека становится более выносливым, подтянутым, мышцы находятся постоянно в тонусе, что несет положительную динамику всем внутренним органам и самочувствию в целом. Спортивный внешний вид для студентов, так же играет важную роль

в жизни. Это помогает стать решительнее, более открытым в общении, что очень важно в студенческие годы. Спорт вырабатывает силу воли и «закаляет» характер личности. Разные виды спорта или комплексы упражнений улучшают состояние мышц, что влияет на опорно-двигательный аппарат, эндокринную систему, лимфатическую, нервную системы и многое другое [2].

Подводя итог, можем сказать, что все опрошенные студенты технического университета занимаются спортом для поддержания здоровья и достижения долголетия. Занятия спортом способствуют укреплению не только иммунной системы, но и нервной: снижается вероятность воздействия стресса на организм [4].

Учёными доказано, что люди, занимающиеся спортом, стрессовые ситуации переносят легче. Студенты технического университета, как и все студенты, испытывают стресс и негативные эмоции чаще всего во время сессий [3].

В дальнейшем студенты технического университета становятся инженерами и устраиваются на различные производства и предприятия, где им предстоит нести ответственность не только за свои действия, но и за своих, если таковые появляются, подчинённых. А ответственность ведёт за собой нервное напряжение и стрессы изо дня в день [5]. Занимаясь спортом ещё в университете, студент учится снимать нервное напряжение, получая при этом пользу для своего организма.

#### Литература

1. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина. Курс лекций и практические занятия [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Т. И. Долматова, Н. Д. Граевская . — М. : Спорт : Человек, 2018 . — 712 с.
2. Физиологические технологии повышения работоспособности в физической культуре и спорте : учебное пособие / составители И. Н. Калинина, С. Ю. Калинин. — Омск : Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, 2014. — 110 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS:[сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/64984.html>
3. Щербатых Ю. В. Щ61 Психология стресса и методы коррекции. — СПб.: Питер, 2006. — 256 с.: ил. — (Серия «Учебное пособие»), ISBN 5-469-01517-3
4. Бодров В. А. Психологический стресс: развитие и преодоление ООО «ПЕР СЭ», оригинал-макет, оформление, 2006.
5. Валерия Башкирова Выбор карьеры Коммерсанть: ЭксмоМосква, 2013.

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

P. P. Korotaeva, V. A. Mironova, N. V. Dobrynina, V. L. Grebnev

#### INFLUENCE OF SPORTS ON STUDENT'S LIFE AT TECHNICAL UNIVERSITY

A survey was conducted among students in order to identify the priority reason for practicing sports

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

А. Д. Агапов<sup>1</sup>, Е. Е. Саврасова<sup>2</sup>, Н. Е. Ходырев<sup>1</sup>, Н. А. Саврасова<sup>1</sup>

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА

В статье рассмотрены факторы акустического загрязнения окружающей среды, негативно влияющие на жизнедеятельность городского населения. Приведены данные измерений уровня громкости звука, созданного автомобильным транспортом на некоторых улицах города, а также уровень шума некоторых бытовых приборов

Неоспоримым является факт воздействия загрязнения атмосферы на здоровье городского населения, что влечет за собой изменения социально-экономического характера для общества в целом. Но не менее важным негативным фактором, влияющим на безопасность жизнедеятельности жителей крупных городов, является шумовое загрязнение окружающей среды. Население словно находится в «звуковой ловушке», из которой невозможно вырваться даже ночью. А ведь слуховой аппарат человека достаточно чувствителен [1], так как интенсивность большинства звуков на несколько порядков превышает порог слышимости.

Проведенные ранее измерения громкости шума, созданного автомобильным транспортом на некоторых городских магистралях в течение рабочей недели, показали, что уровень громкости не снижался ниже отметки в 50 децибел (дБ) (рис. 1), т.е. его можно считать непрекращающимся акустическим воздействием, которое негативно влияет на здоровье жителей близлежащих дорог. Учитывая современный темп роста количества автомобилей, вырубку или обрезку кроны деревьев вдоль оживленных улиц и во дворах домов, а также плотную городскую застройку, можно с уверенностью утверждать о значительном усилении шумового загрязнения городской среды.

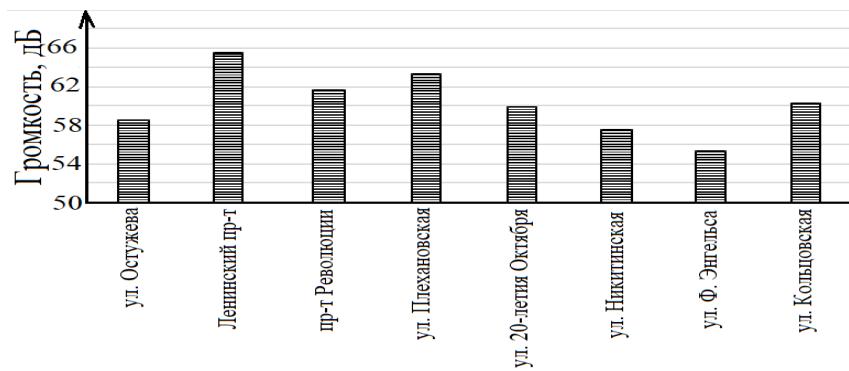


Рис. 1. Уровень громкости шума, производимого автотранспортом на некоторых улицах г. Воронеж

Кроме того, постоянное акустическое воздействие различной громкости сопровождает нас и дома. За это ответственны не только соседи, но и собственная бытовая техника, так облегчающая нам жизнь. Проведенные нами измерения уровня производимого шума некоторых бытовых приборов приведены на рис. 2. Среди них есть устройства, которыми мы пользуемся каждый день, а иногда и несколько раз в день. Например, ирригатор, который в непосредственной близости от него производит шум в 60 дБ, а электрический чайник – 55 дБ.

Молодое поколение и люди среднего возраста все больше времени проводят в торговых центрах (ТЦ). Психологически это вполне понятно, так как атмосфера, царящая в них, располагает к расслаблению и получения всевозможных удовольствий. Красивый и современный интерьер, приятная музыка, возможность сделать покупки, перекусить и посмотреть интересный фильм, способствует тому, что большинство посетителей остаются в

ТЦ на несколько часов, не замечая при этом постоянное шумовое сопровождение, громкость которого может доходить до значений (не менее 60 дБ), сравнимых с громкостью на оживленной улице в непосредственной близости автомобильной дороги.

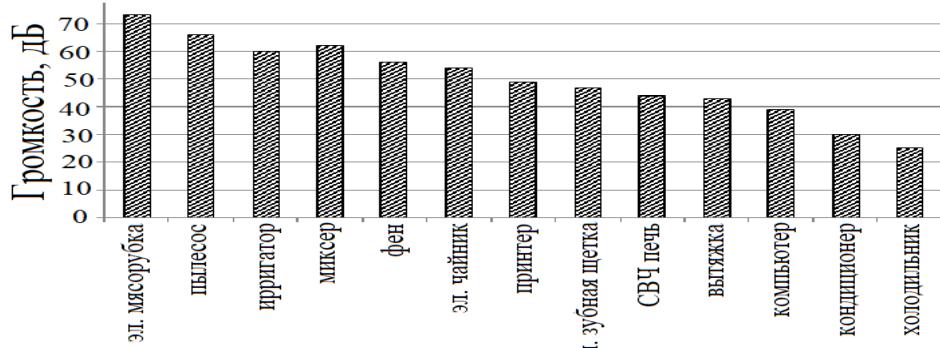


Рис. 2. Уровень громкости шума, производимого бытовой техникой

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения более одного миллиарда молодых людей в возрасте от 12 до 35 лет подвергаются риску потери слуха в результате воздействия шума в местах отдыха и развлечений.

Длительное шумовое загрязнение окружающего пространства с различной вероятностью может привести к ухудшению общего состояния организма человека и психическим расстройствам, а впоследствии – к нарушению слуха. Последнее влечет за собой нарушение эмоционального состояния человека, вызывая затруднения в общении, а в последствии - к чувству одиночества, изоляции и безысходности.

В целях предотвращения негативных последствий акустического загрязнения необходимо проводить комплекс мер, включающий архитектурно-планировочные мероприятия, организационно-технические решения, сооружение звукопоглощающих ограждений, облицовки и т.д.

#### Литература

1. Агапов А. Д. Оценка возможности безопасного использования слуховой способности человека в технике военного дела/ А. Д. Агапов, А. А. Долигодин, Г. А. Окладников, Н. А. Саврасова - Материалы III Международной научно-практической конференции «Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надежности, устойчивости и эффективности систем» г. Елец, 2019. С. 312-315

<sup>1</sup> Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup> Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия

A. D. Agapov<sup>1</sup>, E. E. Savrasova<sup>2</sup>, N. E. Hodyrev<sup>1</sup>, N. A. Savrasova<sup>1</sup>

#### EFFECTS OF NOISE POLLUTION OF THE URBAN ENVIRONMENT ON A PERSON

The article considers factors of acoustic environmental pollution that negatively affect the vital activity of the urban population. The data on measurements of the volume level of sound generated by vehicles on some streets of the city, as well as the noise level of some household appliances are given

<sup>1</sup>Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh, Russia

<sup>2</sup> Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Л. Т. Рязанцева<sup>1</sup>, В. П. Октябрьский<sup>1</sup>, А. А. Павленко<sup>2</sup>

## ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ИНДИКАТОР ЭПИДЕМИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье оценивается информативность предлагаемого демографического показателя «возрастной состав умерших людей» на примере г. Тольятти. С этой целью анализировались показатели возрастного состава умерших мужчин и женщин от пятидесяти лет и старше. Расчеты проводились с использованием статистического модуля программы Excel

Состояние здоровья и продолжительность жизни населения страны является ключевым показателем социально-экономического развития государства и составной частью общественного богатства. К основным показателям, которые отражают состояние здоровья, относятся демографические показатели, в том числе коэффициент смертности и возрастной коэффициент смертности. Эти показатели являются индикатором здоровья нации и отражают наличие медико-социальных проблем в регионе, так как характеризуют уровень эпидемического благополучия, качество медицинской помощи и состояние окружающей среды человека [1, 2].

Во многих регионах России нынешняя демографическая обстановка характеризуется депопуляцией, которая выражается в низкой продолжительности жизни, высокой смертности, низкой рождаемости. В связи с негативными тенденциями для решения проблем, связанных с сохранением здоровья населения, оценка и анализ динамики смертности имеет особое значение, как в Российской Федерации (РФ), так и в отдельных регионах [3].

Возрастной коэффициент смертности (ВКС) – часто используемый демографический показатель, который характеризует средний уровень смертности в каждой возрастной группе в календарном году [1]. Возрастная динамика здесь очевидна, а именно, с увеличением возраста увеличивается и ВКС. Возрастной состав умерших людей (ВСУЛ) - показатель числа смертей определенного возраста на 100<sup>n</sup> смертей, независимо от возраста. То есть, для частного случая этот показатель отражает процент смертей в определенном возрасте (на 100 случаев). Так как ВКС и ВСУЛ в возрасте до 50 лет имеют низкие значения (менее 5%), анализировать эти показатели наглядней с возраста 50 лет.

В работе использованы данные Демографического ежегодника России, Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Самарской области и переписи годов жизни, умерших в 2016 г. в г. Тольятти [4]. В качестве методов применены расчеты показателей возрастного состава умерших мужчин (ВСУМ) и женщин (ВСУЖ), а также сравнение их в динамике. Для выявления зависимости между ВСУЛ от всех причин и умерших от болезней системы кровообращения (БСК) и злокачественных новообразований использовали корреляционный анализ. Данные по ВСУМ и ВСУЖ от БСК были взяты из диаграмм, представленных Институтом демографии НИУ «Высшая школа экономики» [5], а ВСУМ и ВСУЖ от онкологических заболеваний рассчитали из таблиц, представленных МНИОИ им. П.А. Герцена [6]. Для построения графических зависимостей и обработки данных применяется статистический модуль программы Excel. Табличные данные зависимостей ВСУМ и ВСУЖ от БСК и от онкологических заболеваний были аппроксимированы, то есть, получены уравнения, описывающие представленные исходные зависимости, и оценена степень приближения. Для этих целей строились линии тренда (линейная функциональная зависимость) и автоматически определялись величины достоверности аппроксимации R<sup>2</sup>, то есть числа, которые отражают близость значения линии

тренда к фактическим данным. Чем ближе к единице величина этого показателя, тем достовернее линия тренда.

Тольятти – административный центр Ставропольского района и один из промышленных городов Самарской области. Согласно статистическим данным в Тольятти на сегодняшний день проживает порядка 707 407 жителей, из них 45,8 % мужчин и 54,2 % женщин. Средний возраст жителей 39,6 лет. По данным Самарастата население в Тольятти за исследуемый период (2015 – 2017 гг.) постепенно снижается (табл. 1).

Таблица 1  
Смертность населения г. Тольятти в зависимости от основных причин в 2015-2017 гг.

Годы	2015	2016	2017
Численность населения, тыс.	719,6	712,6	710,5
Всего умерших, чел.	8335	8284	8064
Смертность (чел. на 1000 чел.)	11,6	11,6	11,4
От болезней системы кровообращения (БСК), %	42,5	44,4	43,1
От онкологических заболеваний, %	14,5	11,1	13,8
От внешних причин смерти, %	12,7	11,7	10,8

Как видно из таблицы, численность населения города по различным причинам снижается примерно на 0,3-0,9 % в год. И это при том, что средняя убыль по Самарской области за этот же период составляет 0,1 % в год.

Как и в других регионах России, основными заболеваниями, способствовавшими смерти, являются БСК и онкологические заболевания. Ежедневно в городе умирает примерно 22 человека (2017 г.), из них от БСК – 10 (в среднем 43 %) и от онкологических заболеваний – 3 человека (в среднем 13 %).

Для оценки ВСУМ и ВСУЖ в г. Тольятти был проведен анализ умерших до определенного возраста людей в 2016 г. (табл. 2). Соответствующие данные по РФ были взяты из табл. 5.3 [1].

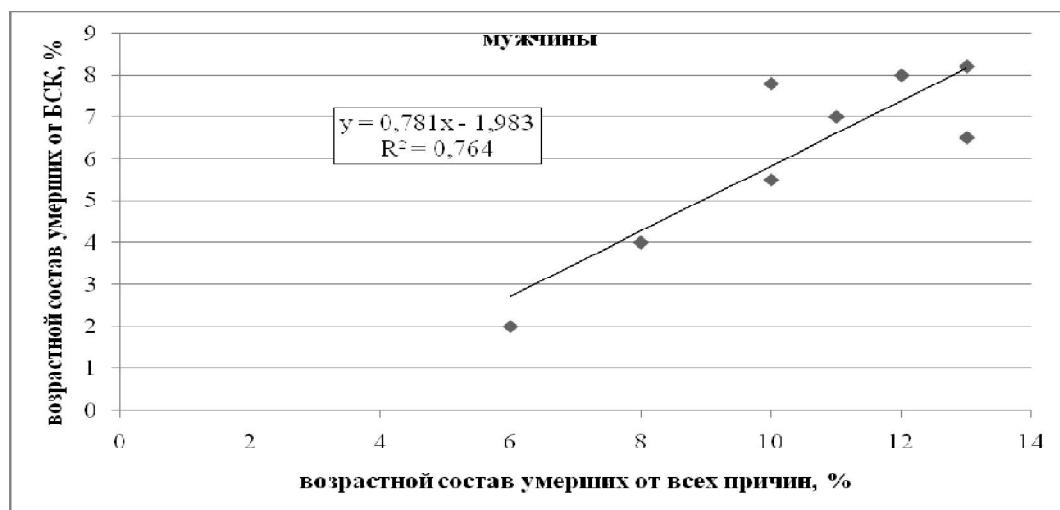
Таблица 2  
Возрастной состав умерших мужчин и женщин г. Тольятти (2016 г.)

Возраст, лет	Умершие до данного возраста, %			
	по России		по г. Тольятти	
	муж.	жен.	муж.	жен.
50	17	7	16	6
55	23	9	22	8
60	31	13	37	14
65	41	17	46	20
70	52	24	57	27
75	64	33	73	41
80	77	47	84	54
85	87	62	92	72
90	100	90	100	94
95	-	100	-	100

Как видно из таблицы, количество умерших мужчин в г. Тольятти, начиная с 60 летнего возраста на 5-9 % выше в каждом возрастном периоде, чем по России в целом. У женщин отмечается примерно такая же динамика (на 4-10 % выше), но с более позднего возраста – с 75 лет. Причем, женщины г. Тольятти, как и в РФ в целом живут дольше мужчин и чаще всего умирают в возрасте от 80 до 90 лет. Значительное превышение в количестве

умерших на 100 человек в г. Тольятти, по сравнению с общероссийским уровнем наблюдается у мужчин в 75 лет – на 9 %, а у женщин в 85 лет – на 10 %.

Возрастной состав умерших мужчин г. Тольятти отличается от ВСУМ по РФ: в России наибольший процент умерших мужчин приходится на возрасты от 75 до 79 лет и от 85 до 89 лет (по 13 %), а в г. Тольятти от 55 до 59 лет (15 %) и от 70 до 74 лет (16 %). То есть, для Тольятти характерны также два пика роста умерших, но в более молодом возрасте. Причем между ВСУМ от всех причин и от БСК, а также злокачественных новообразований имеется линейная зависимость (рис. 1); коэффициент детерминации от онкологических заболеваний выше ( $R^2=0,803$ ), чем от БСК ( $R^2=0,764$ ).



а)

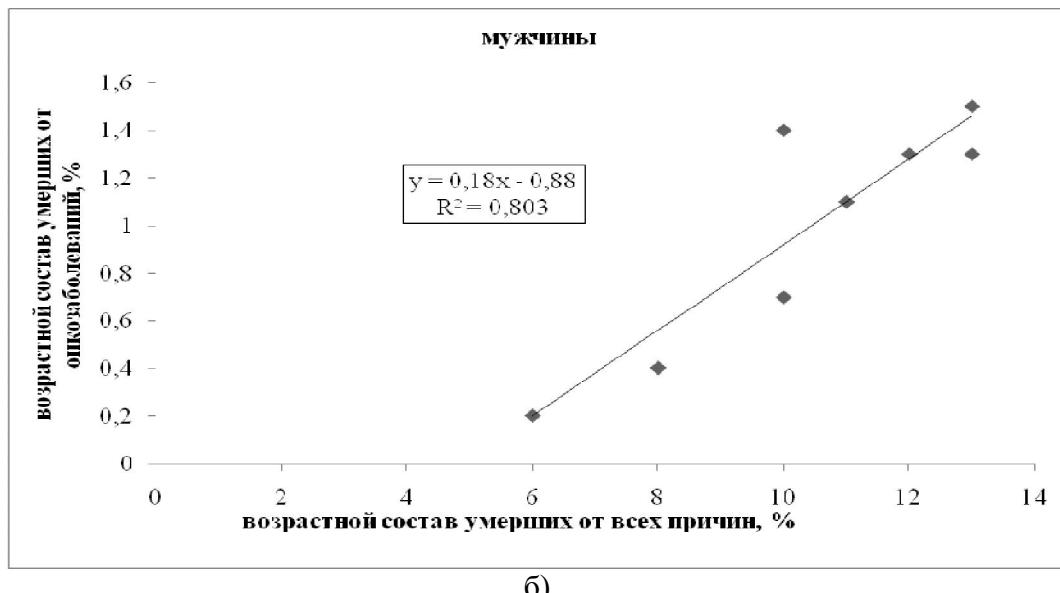


Рис. 1. Зависимости между возрастным составом умерших мужчин от всех причин и от:  
а) болезней системы кровообращения, б) онкологические заболеваний

Возрастной состав умерших женщин г. Тольятти особо не отличается от ВСУЖ по РФ. Единственное, у женщин также отмечается увеличение процента умерших в более молодом возрасте, чем по России. Так в возрасте от 55 до 74 лет в Тольятти умерло женщин 33 %, а в России – только 24 %. Между ВСУЖ от всех причин и от БСК (и злокачественных новообразований) как и в случае ВСУМ имеется линейная зависимость (рис. 2);

коэффициент детерминации от БСК выше ( $R^2=0,978$ ), чем от онкологические заболеваний ( $R^2=0,805$ ).

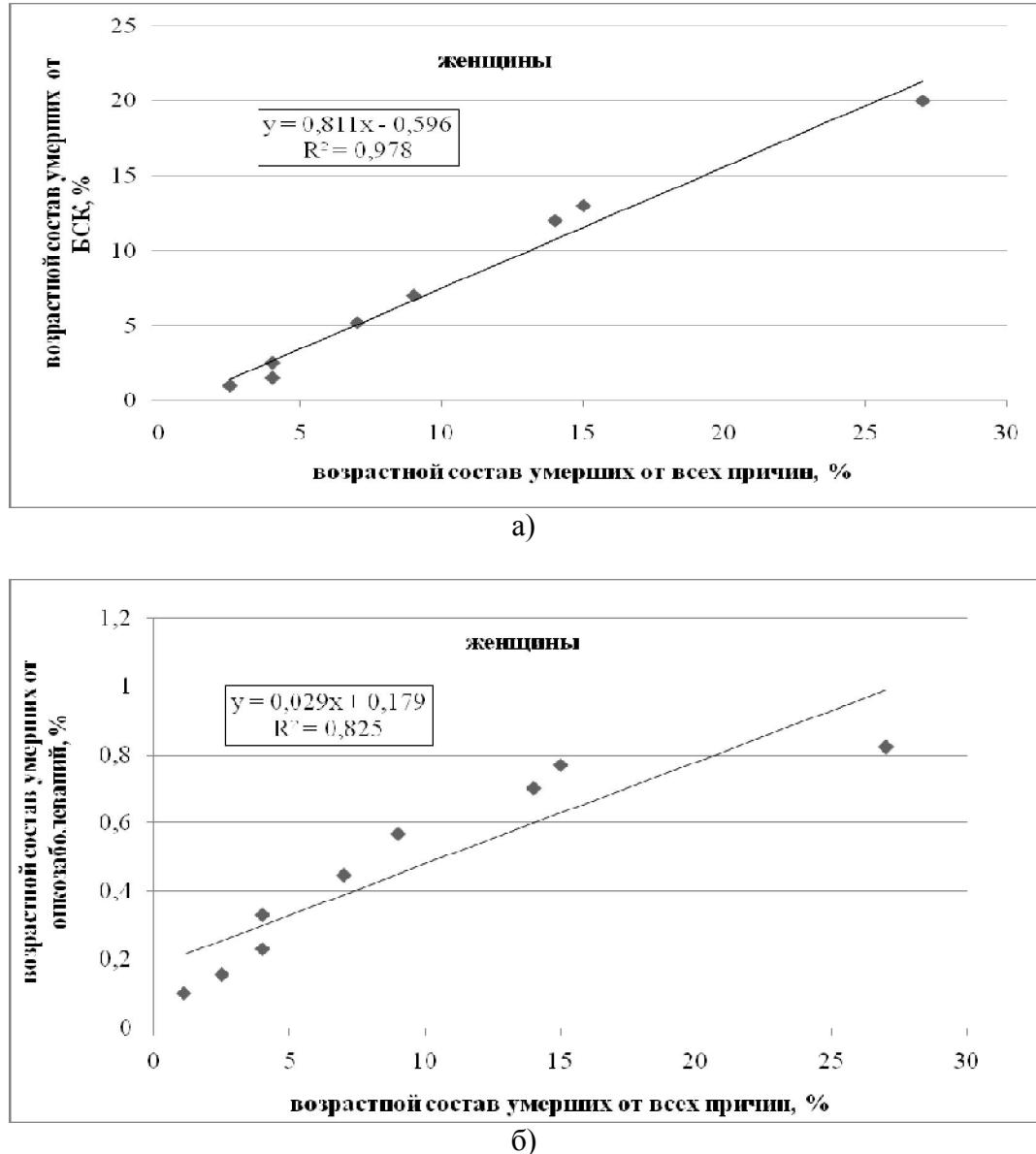


Рис. 2. Зависимости между возрастной составом умерших женщин от всех причин и от:  
а) болезней системы кровообращения, б) онкологические заболевания

На основании полученных результатов, можно считать, что ВСУМ и ВСУЖ от всех причин в основном определяется ВСУМ и ВСУЖ от БСК и онкологических заболеваний. Причем, у женщин коэффициенты детерминации выше, как от БСК, так и от онкологических заболеваний, то есть зависимость более выражена, чем у мужчин.

Таким образом, использование показателя возрастного состава умерших людей, наряду с общепринятым показателем возрастного коэффициента смертности дает более наглядное представление о демографической ситуации, в частности, возрастной смертности в стране и регионах.

#### Литература

1. Демографический ежегодник России. 2017: Стат. сб. // Росстат. М. 2017. С. 77-80.
2. Чернов А. В., Механтьев И. И., Масайлова Л. А., Рязанцева Л. Т. Некоторые аспекты контроля воздушной среды промышленного мегаполиса // В сборнике: Гигиена, экология и риски здоровью в условиях

- современного производства. Материалы V межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под редакцией В. Ф. Спирина. 2015. С. 151-156.
3. Здравоохранение в России. 2017: Стат. сб. / Росстат. М. 2017. С. 21-22.
  4. Официальный сайт Самарастат. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://samarastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/samarastat/ru/statistics/population](http://samarastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/samarastat/ru/statistics/population).
  5. Вишневский А. Г. Андреев Е. М., Тимонин С. А. Влияние болезней системы кровообращения на демографическое развитие Российской Федерации // Аналитический вестник. 2015. № 44. С. 61-78.
  6. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) // под ред. Каприна А. Д., Старинского В. В., Петровой Г. В. / М.: МНИОИ им. П. А. Герцена. 2017. С. 125.

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

L. T. Ryazantseva<sup>1</sup>, V. P. Oktyabrskiy<sup>1</sup>, A. A. Pavlenko<sup>2</sup>

## DEMOGRAPHIC INDICATORS AS AN INDICATOR OF EPIDEMIC WELL-BEING AND THE STATE OF THE ENVIRONMENT

The article assesses the information content of the proposed demographic indicator «age composition of deceased people» using the example of Togliatti. For this purpose, the age composition of deceased men and women from fifty years of age and older was analyzed. The calculations were carried out using the statistical module of the Excel program

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 614.8.084

Л. Е. Механтьева, В. П. Ильичев

## О МАРШРУТИЗАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье проанализирована статистика по пострадавшим в ДТП на территории Воронежской области за период с 2014-2018 гг. в контексте особенностей организации реабилитационных мероприятий данному контингенту лиц согласно трехуровневой системе

### Актуальность

На сегодняшний день травматизм вследствие дорожно-транспортных происшествий (ДТП) является одной из важнейших проблем отечественной и мировой медицины. Согласно современным статистическим данным черепно-мозговые травмы (ЧМТ), возникающие при ДТП, занимают третье место среди всех причин, приводящих к смерти человека. При этом, по мнению ряда авторов, ЧМТ характеризуются сложностью лечения и высокой частотой неблагоприятных исходов [1, 2].

Частота черепно-мозговых травм ежегодно только в нашей стране составляет около 600000 человек, при этом значительный процент выживших пострадавших в последующем оформляют инвалидность (порядка 100000 человек в год). Поэтому очень важным вопросом для пострадавших в последующем является прохождение реабилитационных мероприятий.

Реабилитации подразумевает практически полное восстановление не только жизненно-важных функций организма, но и восстановление также социальных аспектов современного человека (медицинская и социальная реабилитация)

В качестве последствий травм мозга особо выделяются длительно сохраняющаяся неврологическая патология и формирование новых неврологических синдромов, приводящих либо к полной (в 25 % случаев), либо к частичной (в 58 %) инвалидизации [3].

Такой высокий процент инвалидизации пострадавших обуславливает значительный экономический ущерб. Поэтому травматизм при ДТП является серьезной медицинской и социальной проблемой.

За последние десятилетия здравоохранение значительно продвинулось в плане изучения патогенеза различных травм головного мозга.

Из литературных источников известно, что для предупреждения последствий и осложнений ЧМТ огромное значение имеет полноценность лечения данной патологии в самом раннем остром периоде, а по окончании последнего можно приступить к проведению реабилитационных мероприятий. При этом следует отметить тот факт, что реабилитация должна начинаться с самых ранних сроков, после ликвидации угрозы нарушения жизненно-важных функций организма [4]. Подключение реабилитационного процесса на самых ранних сроках обусловлено тем, что сразу после перенесенной ЧМТ на первый план выступают чаще функциональные нарушения центральной нервной системы, справиться скоторыми можно с меньшими последствиями, нежели когда происходят необратимые органические изменения в головном мозге.

Реабилитацию можно рассматривать как комплексную динамическую систему медицинских, психологических и социальных мероприятий, основной целью которых является не только сохранение здоровья пострадавшего, но и как можно более полное восстановление его психологического и главное социального статуса [5].

Все лица, получившие нарушения здоровья в результате ДТП, а тем более перенесших ЧМТ будут нуждаться в реабилитационных мероприятиях медицинского плана, продолжительность которых будет определяться, во-первых, исходным уровнем здоровья, а во-вторых, своевременностью и качеством оказания первичной медико-санитарной помощи.

Программы реабилитации должны учитывать индивидуальные особенности пациента, а также тяжесть его состояния и наличие сопутствующих патологий. При этом неукоснительно должны соблюдаться основополагающие принципы: непрерывность, длительность и этапность.

Таким образом, медицинская реабилитация должна осуществляться в плановом порядке и начинаться с уровня первичной медико-санитарной помощи как в стационарных, так и амбулаторных условиях.

Необходимо обратить внимание на то, что реабилитация после перенесенной черепно-мозговой травмы является весьма сложным и длительным процессом и таким образом, правильно организованный реабилитационный процесс очень важен для пациентов с перенесенной ЧМТ, т.к. в значительной степени дает им шанс на восстановление функций мозга [3, 4].

Изучение данной темы показало, что лечение и реабилитация пострадавших в ДТП остается одной из самых актуальных проблем современной медицины.

Несмотря на наличие множества схем реабилитационных мероприятий, единой гарантированно-эффективной тактики на сегодняшний день не разработано. Поэтому изучение организационно-методических аспектов реабилитации пострадавших с травмой головного мозга и предполагает значимость и актуальность дальнейшего изучения данной проблемы.

### **Цель**

Изучить организацию реабилитации пострадавших с черепно-мозговой на примере медицинских организаций Воронежской области.

### **Методы**

В процессе работы был проанализирован литературный материал, в котором освещаются вопросы организации реабилитации больных с ЧМТ. Были обработаны статистические данные Территориального центра медицины катастроф Воронежской области о пострадавших с черепно-мозговой травмой в результате ДТП за период 2014-2018 гг.

## **Результаты**

За изучаемый период численность пострадавших, получивших ЧМТ по Воронежской области составила 27311 человек; из них 23987 (87,8 %) – с закрытой и 3324 (12,2 %) с открытой ЧМТ (таблица).

Статистика ЧМТ за период с 2014 по 2018 гг. по Воронежской области

годы	Открытые ЧМТ			Закрытые ЧМТ		
	Городские больницы	Областная больница	Районные больницы	Городские больницы	Областная больница	Районные больницы
2014	103	592	58	3076	130	2850
2015	79	816	52	2835	134	2390
2016	32	472	28	2572	140	2277
2017	28	492	60	1947	107	1832
2018	54	424	34	1786	103	1808

Число пациентов с ЧМТ, получивших лечение в условиях больниц г. Воронежа составило – 45,8 %; в районных больницах – 41,8 %; в областной клинической больнице – 12,4 %. Следует отметить, что 84,1 % случаев с открытой ЧМТ приходится на областную клиническую больницу.

Как видно из показателей таблицы количество пострадавших в ДТП с черепно-мозговыми травмами в нашем регионе до настоящего времени находится на довольно высоком уровне, что в последующем при организации реабилитационных мероприятий будет требовать в достаточном количестве сил и средств местного и регионарного здравоохранения и социальных служб. Поэтому, организация поэтапной медицинской реабилитации пострадавших лиц с ЧМТ является одним из основных путей повышения качества и эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений региона на всех уровнях [7].

Изучив нормативно-правовую базу, касающуюся организации реабилитационного процесса у пострадавших с ЧМТ в ДТП, нами было выявлено следующее.

Согласно приказа Минздрава России от 29.12.2012 № 1705н «О порядке организации медицинской реабилитации» был издан приказ Департамента здравоохранения Воронежской области (ДЗМ) от 24.11.2016 № 2541 «О правилах организации медицинской помощи взрослому населению по профилю «медицинская реабилитация» на территории Воронежской области» [7, 8, 9]. В данном документе отражен порядок маршрутизации пострадавших с ЧМТ на этапах медицинской реабилитации, а также критерии перевода пациентов на разные этапы, показания и противопоказания к реабилитации и перечень медицинских организаций Воронежской области, ответственных за тот или иной этап реабилитации.

Департаментом здравоохранения Воронежской области была создана трехэтапная модель прохождения медицинской реабилитации при ЧМТ (рисунок).

Согласно данной модели, первый этап реабилитации приходится на острый период травмы и осуществляется на базе отделений реанимаций и интенсивной терапии в многопрофильных специализированных медицинских организациях.

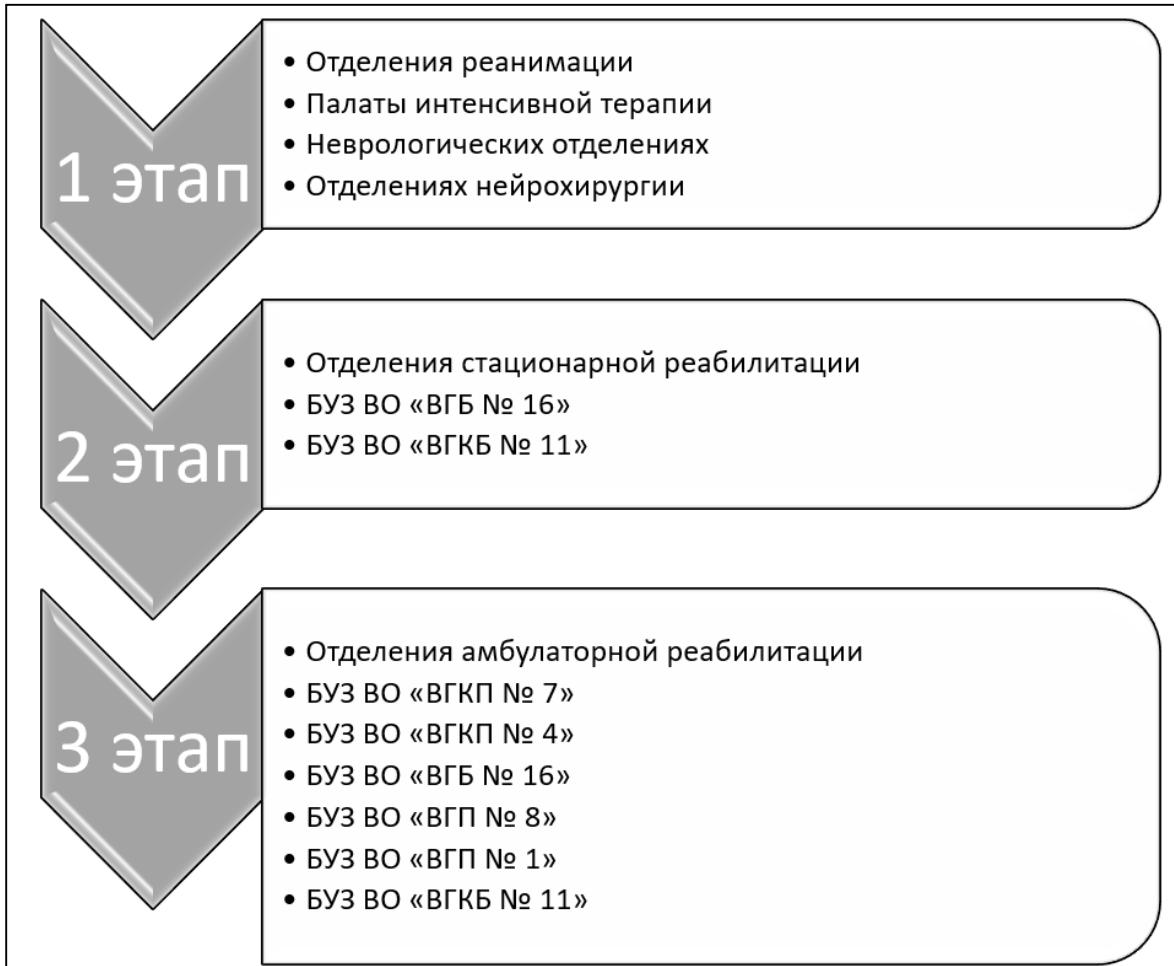


Схема маршрутизации пациентов с ЧМТ для проведения этапной медицинской реабилитации в Воронежской области

Второй этап медицинской реабилитации проводится в ранний восстановительный период течения заболевания или травмы.

Третий этап медицинской реабилитации осуществляется в ранний и поздний реабилитационные периоды, период остаточных проявлений заболевания, при хроническом течении заболевания вне обострения в отделениях амбулаторной реабилитации медицинских организаций. Реабилитационные мероприятия проводятся в отделениях физиотерапии, лечебной физкультуры, рефлексотерапии, мануальной терапии, психотерапии, медицинской психологии, в условиях дневного стационара и при участии других специалистов, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях районных больниц.

#### Выводы

Таким образом, в процессе разработки данного вопроса нами были сделаны следующие выводы:

1. Несмотря на уменьшение общего показателя травматизации при ДТП в Воронежской области, вопросы оказания медицинской помощи и дальнейшей реабилитации пострадавших, остаются на сегодняшний день одними из наиболее значимых в системе здравоохранения нашего региона.

2. При оказании медицинской помощи пострадавшим при ДТП в Воронежской области большое значение имеет определение эффективной медицинской эвакуации,

осуществляемой главным образом в центральные районные больницы, городские больницы города Воронеж и областную больницу.

3. В организации реабилитационных мероприятий для пострадавших с различными ЧМТ департаментом здравоохранения региона была разработана трехэтапная модель, включающая первый и второй этап медицинской эвакуации, а также специализированные отделения городских больниц и поликлиник.

#### Литература

1. Анников Ю. Г., Кром И. Л., Еругина М. В. Пациенты с перенесенной черепно-мозговой травмой об удовлетворенности реабилитации / Психосоматические и интегративные исследования. 2019. Т.5 № 1 С. 102
2. Пак В. Л. Как влияет изучение иностранных языков на процесс восстановления пациентов с ЧМТ? / Авиценна. 2019. № 33. С. 14-16.
3. Коваленко А. П., Воробьев С. В., Емельянов А. Ю. Реабилитация пациентов с черепно-мозговыми травмами: организационно-методические аспекты/ Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2009. № 5. С. 6-7.
4. Ильичев В. П., Мартынов И. В. Об использовании нейрореабилитационных методик в центре восстановительного лечения г. Воронеж DOI: 10.17117/na.2015.11.04.070
5. Иванова Г. Е. Медицинская реабилитация в России. Перспективы развития / ConsiliumMedicum. 2016. № 13. С. 9-13.
6. Меньшикова С. С., Механтъева Л. Е., Ильичев В. П. Организация реабилитационных мероприятий у пораженных при ДТП в Воронеже и Воронежской области /С.С.Меньшикова, Л. Е. Механтъева, В. П. Ильичев //Молодежный инновационный вестник. – 2018. – Т. 7. – № S1. С. 228-229.
7. Погонченкова И. В., Сапожников П. Мультидисциплинарный подход является базовым при оказании помощи по медицинской реабилитации / Московская медицина. 2018. № 5 (27). С. 6-19.
8. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 1705н «О порядке организации медицинской реабилитации».
9. Приказ Департамента здравоохранения Воронежской области от 24 ноября 2016 г. № 2541 «О правилах организации медицинской помощи взрослому населению по профилю «медицинская реабилитация» на территории Воронежской области»

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

L. E. Mekhantieva, V. P. Illichev

#### ABOUT ROUTING OF VICTIMS IN ROAD ACCIDENTS WHEN ORGANIZATION OF REHABILITATION MEASURES IN THE VORONEZH REGION

The article analyzes statistics on victims of road accidents in the Voronezh region for the period from 2014-2018 year's in the context of the organization of rehabilitation measures for this group of people according to a three-level system

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 612.014.482

С. А. Корчагина, Н. С. Петрова, Г. И. Сапронов

#### АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ - БУЗ ВО «ВОКОД»

В статье рассмотрены основные факторы и источники радиационной опасности БУЗ ВО «ВОКОД». Изучены способы достижения радиационной безопасности персонала и пациентов

Актуальность. В связи с внедрением современных технологий в медицину возникла необходимость использования всё большего количества источников ионизирующего излучения, которые могут принести не только очевидную пользу для диагностики и лечения заболеваний, но и также нанести вред человеку. К ним можно отнести флюорографы,

рентгенографы, КТ-аппараты, используемые в большинстве лечебных учреждений, а также линейные ускорители электронов и гамма-терапевтические аппараты, являющиеся специфичными для таких медицинских организаций, как онкологические диспансеры. Данные установки представляют радиационную и нерадиационную опасность при различных ошибках в их эксплуатации. В связи с этим необходимо изучать механизм работы таких сложных аппаратов, знать факторы радиационной опасности, иметь сведения о количестве подобных устройств в том или ином медицинском учреждении, чтобы избежать негативных последствий и обеспечить населению радиационную безопасность, то есть состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения [1].

Цель. Изучение обеспечения радиационной безопасности на объектах здравоохранения (на примере БУЗ ВО «ВОКОД»). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: 1) выявить источники опасности ионизирующего излучения; 2) разработать пути недопущения и минимизации этих опасностей; 3) изучить факторы радиационной опасности; 4) рассмотреть способы достижения радиационной безопасности; 5) ознакомиться с требованиями по обеспечению радиационной персонала и пациентов.

Методы. Изучение и анализ научной, специальной и общедоступной литературы по вопросам обеспечения радиационной безопасности на объектах здравоохранения; ознакомление с документацией лечебного учреждения; анализ объекта исследования (БУЗ ВО «ВОКОД»).

Результаты. В ходе изучения общедоступной литературы было установлено, что с ростом онкологических заболеваний как в нашей стране, так и в мире, возрастает количество источников ионизирующего излучения, используемых в медицине, в том числе в качестве одного из компонентов комплексного лечения онкологических заболеваний. На основании этого объектом исследования был выбран Воронежский областной клинический онкологический диспансер.

БУЗ ВО «ВОКОД» - единственное специализированное лечебное учреждение Воронежской области (по данным на 2019 год), представляющее собой ключевое звено системы противораковой борьбы, полностью обеспечивающее различные виды медицинской помощи: квалифицированную, специализированную стационарную и поликлиническую. Данный онкологический диспансер в своем штате имеет 11 лечебных отделений, 5 радиологических, 1 физико-радиологическое отделение, а также отделения диагностической службы. Лечению подвергаются больные с различной локализацией онкопатологий: органы и ткани головы и шеи, мягкие ткани, молочная железа, органы пищеварения, эндокринная система, мочеполовая система. ЛПУ располагается по адресу: Воронежская область, г. Воронеж, Центральный район, ул. Каляева, д. 2.

При изучении оснащения 1 корпуса ВОКОД было выявлено, что наиболее опасные источники ионизирующего излучения представлены линейным ускорителем фирмы ELECTA и гамма-терапевтическим аппаратом THERATRON.

ELECTA - линейный ускоритель, относящийся к генерирующему типу устройств, следовательно, представляет радиационную опасность только во время работы.

В ходе изучения локальной документации ВОКОД были выявлены следующие факторы радиационной опасности при работе с ускорителем ELECTA: пучок ускоренных электронов, тормозное излучение, рентгеновское излучение.

Персонал должен строго соблюдать следующие требования по обеспечению радиационной безопасности [2]: а) лица, допущенные к работе на линейном ускорителе, не должны быть моложе 18 лет; обязательно отсутствие медицинских противопоказаний; б) персонал должен быть обучен правилам работы на линейном ускорителе, а также пройти инструктаж по радиационной безопасности; в) на ускорителе не рекомендуется работать беременным и кормящим женщинам; г) средняя эффективная доза для персонала гр. А(сотрудники, взаимодействующие с источником излучения) за любые последовательные

пять лет не должна превышать 20 мЗв [3] (то есть максимальная допустимая эффективная доза облучения в год составляет 4 мЗв); д) для персонала гр.А обязателен индивидуальный дозиметрический контроль. Лица, работающие с ускорителем, имеют карточки учета индивидуальных доз.

Радиационная безопасность обеспечивается и достигается следующими мероприятиями[4]: а) ограничением доступа лиц в процедурную и пультовую; б) в процедурной устанавливаются кнопки красного цвета для аварийного отключения ускорителя и блокировки двери; упомянутая красная кнопка имеется также на пульте управления; в) перед началом работы в обязательном порядке проверяется исправность систем блокировки и сигнализации ускорителя; г) информация о любых неисправностях фиксируется в журнале оператора.

THERATRON № 2017 – гамма-терапевтический аппарат, внутри радиационной головки которого находится радиоактивный источник Соб60 в особой герметичной капсуле (таким образом, это закрытый источник ионизирующего излучения). Радиационная головка обеспечивает выход излучения только в 1 направлении через окно выхода, закрывающееся затвором в момент прекращения облучения. Во время работы тератрона персонал отсутствует в процедурной. Управление платформой производится дистанционно.

Радиационная безопасность обеспечивается следующими мерами: а) в случае нарушения герметичности источника ИИ, либо по истечению срока эксплуатации использование источника ИИ запрещено; б) необходимо, чтобы устройство, где находится источник ИИ, было устойчиво к различным воздействиям (механическим, температурным, химическим и др.), а также было снабжено знаком радиационной опасности; в) Соб60 в нерабочем состоянии аппарата должен находиться в защитном устройстве; г) толщина стен, потолка, пола должна обеспечивать ослабление ИИ; д) процедурная, в которой находится тератрон, оборудуется системами блокировки и сигнализации о положении источника; е) в случае отключения электропитания, либо при возникновении внештатной ситуации, должно незамедлительно срабатывать устройство для принудительного дистанционного перемещения Соб60 в положение хранения.

Мы выяснили, что контроль за источниками ИИ в БУЗ ВО "ВОКОД" осуществляется экспертами-физиками физико-радиологического отделения (базовое обучение - Воронежский государственный университет, специальность - Ядерная физика/Медицинская физика; дополнительно - курсы по радиационной безопасности, учету и контролю радиоактивных веществ). Заведует отделением Елфимов В. А. Контроль за работой по радиологической и химиотерапевтической помощи возложена на Знаткову Н. А. В задачи физико-радиологического отделения входит:

а) обеспечение радиационного контроля и радиационной безопасности персонала и пациентов,

б) дозиметрический контроль источников ИИ (дозиметрами для проведения абсолютной дозиметрии - производится контроль мощности излучения на ускорителе (1 раз в сутки) и на гамма-терапевтическом аппарате (1 раз в 6 месяцев)),

в) контроль и анализ индивидуальных доз облучения персонала (с этой целью используются индивидуальные дозиметры, коллективные дозиметры) [5],

г) контроль курса лучевой терапии пациентов (лечащий врач производит первичный осмотр больного, определяет зону расположения новообразования, стадию, сопутствующие заболевания, наличие или отсутствие метастазов, оценивает общее состояние пациента; эксперт-физик осуществляет расчет лучевой нагрузки с использованием программ Xio, Monac; при этом единовременная доза не должна превышать 2 Грэя).

С целью недопущения чрезвычайной ситуации производится обучение персонала (ответственный - Елфимов В. А.), а также ежеквартальные тренировки на объекте для отработки последовательности действий при возникновении аварийной ситуации (пожар, затопление, выход оборудования из строя).

При выходе оборудования из строя сотрудник проверяет состояние аппарата. Стоит отметить, что поскольку линейный ускоритель принадлежит к генерирующему типу устройств, то опасности в нерабочем состоянии не представляет. Что касается тератрона, то нами были выявлены возможные внештатные ситуации при его работе: если источник ИИ не зашел в радиационную головку. В данном случае срабатывает сигнализация, пациента выводят из помещения, эксперт-физик обязан задвинуть источник вручную Т-образным стержнем, сообщить заведующему физико-радиологическим отделением (Елфимову В. А.), проверить работоспособность установки без пациента, записать показания дозиметра в каньоне. При этом дезактивации помещения не требуется, а величина наведенной радиации незначительна.

Если происшествие оказалось случайным сбоем техники, лечение пациентов продолжают, в обратной ситуации - прекращают и вызывают техников. В обязательном порядке сообщают главному врачу.

Действия персонала при ЧС дополнительно прописаны в инструкциях, находящихся непосредственно рядом с объектом. Возможность радиационного заражения пациентов, персонала и местности исключена ввиду особенностей работы линейного ускорителя и защищенности Собо в тератроне. Необходимо отметить, что высокий уровень безопасности хранения радиационно-опасных веществ обеспечивается физической защитой источника ИИ (масса герметичной капсулы с кобальтом составляет порядка 600 кг) и установленными видеокамерами (пульт централизованной охраны и вневедомственная охрана). 1 раз в год проводятся учения по противодействию терроризму.

Обязательными являются ежегодные проверки Донского управления по Ростехнадзору, определяющие соответствие требованиям: 1) порядка обращения с источниками ионизирующего излучения (учет, хранение, использование); 2) физической защиты источников ИИ.

Обсуждение. Резюме основного результата исследования: в ходе исследования источников излучения БУЗ ВО «ВОКОД» были выявлены наиболее опасные: линейный ускоритель фирмы ELECTA и гамма-терапевтический аппарат THERATRON. Выяснены основные факторы радиационной опасности данных аппаратов, изучены инструкции по радиационной безопасности при работе с линейным ускорителем и тератроном.

Обсуждение основного результата исследования: Известно, что обеспечение контроля за источниками ионизирующего отделения осуществляется физико-радиологическим отделением под руководством Елфимова В. А. и заместителем главного врача по радиологической и химиотерапевтической помощи Знатковой Н. А. Персонал, работающий с источниками ИИ, владеет знаниями в отношении эксплуатации аппаратов, а также инструкцией при действии в аварийной ситуации. Более того, сами устройства снабжены системами дистанционного отключения, бесперебойными источниками питания, амортизирующими подушками для защиты от землетрясений, видеокамерами для предупреждения возникновения террористических актов.

Ограничения исследования: поскольку часть документации БУЗ ВО «ВОКОД» была засекречена, то это могло повлиять на ход написания данной статьи.

Заключение. Обеспечение радиационной безопасности на объектах здравоохранения является чрезвычайно важным аспектом, поскольку жизнь и здоровье пациентов и сотрудников учреждения напрямую зависит от соблюдения правил по технике безопасности. Кроме того, следует предотвращать вредное воздействие ионизирующего излучения на здоровье настоящих и будущих поколений, что необходимо уметь осуществлять не только в штатной, но и в аварийной ситуации.

#### Литература

1. Радиационная безопасность — Википедия. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиационная\\_безопасность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиационная_безопасность) (дата обращения 05.02.2020)
2. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности»

3. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009»
4. СанПиН 2.6.1.2573-2010 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ»
5. Федеральный закон от 09.01.96 N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

S. A. Korchagina, N. S. Petrova, G. I. Sapronov

## ANALYSIS OF THE QUALITY OF RADIATION SAFETY AT A HEALTHCARE FACILITY-BHI VR “VRCOD”

The article deals with the main factors and sources of radiation hazard of the VRCOD. Methods for achieving radiation safety of staff and patients were studied

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 616-083.98:614.84(470.324)

Л. Е. Механтьева, М. В. Перфильева, А. И. Дронова, В. В. Минакова, Е. А. Раскина

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье представлен статистический анализ показателей распространённости пожаров и медико-санитарного ущерба, вследствие чрезвычайной ситуации, на территории Воронежской области за 2015 и 2018 гг., дана оценка качества предоставления срочной медицинской помощи пострадавшим при пожарах в догоспитальном периоде работниками скорой помощи и результативности проведения организационных мероприятий медико-санитарного обеспечения потерпевшим при пожарах

### Актуальность исследования

За последнее десятилетие в большинстве государств, в частности, на территории нашей страны отмечается рост стихийных бедствий [1], техногенных катастроф, аварий на химически-опасных объектах [2, 3], аварий на дорогах [4] и террористических актов [5], наносящих колоссальный материальный и демографический ущерб.

В Российской Федерации зарегистрировано достаточно большое количество пожаров, сопровождающихся значительными людскими потерями и человеческими жертвами. Именно поэтому медико-санитарное обеспечение населения, пострадавшего при пожарах - одно из важнейших направлений социальной политики в Российской Федерации, главными задачами которого являются сохранение жизни и здоровья пострадавших в результате ЧС. Данная катастрофа техногенного характера влечёт за собой очень тяжёлые медико-санитарные последствия, такие как: огромное число жертв, догоспитальная летальность, сложная оперативная медицинская обстановка.

В настоящее время ведётся государственная отчётность по пожарам и их последствиям, что позволяет проводить статистические сравнительные анализы за несколько лет. Согласно статистическим данным в 2015 г. общее кол-во пожаров в РФ составило 146209, количество погибших людей - 9419 человек, количество травмированных людей – 10977 человек, а прямой ущерб составил 22870367 руб. В 2018 г. все данные оказались немного меньше по сравнению с 2015 г., однако показатели всё равно достаточно велики [6, 7].

Анализируя причины возникновения пожаров в РФ в период с 2015 по 2018 года, самые высокие количества данной ЧС зарегистрированы из-за неосторожного обращения с огнём: в 2015 г.- 30976, в 2018 г. – 24674 [7]. Большинство пожаров возникает в городской

местности – 60 % от общего количества в РФ.

Основываясь на данных статистики по чрезвычайным ситуациям пожароопасного характера и их последствиям, исследователи приходят к выводам о недостаточной оперативности предоставления скорой помощи потерпевшим в ранние сроки с момента возникновения ЧС, невозможности срочного прибытия медицинских работников к месту ЧС, сложности поиска пострадавших, трудности прогнозирования медицинской оперативной обстановки, масштабности величины последствий. Всё это снижает результативность предоставления медико-санитарного обеспечения при устраниении ущерба, нанесённого пожарами [8].

Правильное выполнение организационных мер способствует своевременной и качественной организации предоставления медицинской помощи потерпевшим в зоне пожаров, о чём свидетельствует опыт работы отдела срочной консультативной врачебной помощи и медицинской эвакуации Воронежского областного клинического центра медицины катастроф. Отечественные авторы в своих публикациях отмечают, что эффективное оперативное управление территориального центра медицины катастроф обеспечивает экстренное реагирование на возникшую ЧС и согласованную работу всех привлеченных медицинских сил [9, 10].

#### Цель исследования

На основе статистических данных провести сравнительный анализ о распространённости пожаров и качестве организации медико-санитарного обеспечения потерпевшим на территории города Воронежа и его области в 2015 и 2018 гг.

#### Задачи исследования

1. Сравнить распространенность пожаров на территории Воронежской области и показатели медико-санитарных последствий за 2015 и 2018 гг..
2. Сравнить качество оказания срочной медицинской помощи потерпевшим при пожарах в догоспитальном периоде специалистами экстренной медицинской помощи на территории Воронежской области за 2015 и 2018 гг.
3. Оценить эффективность проведения организационных работ медико-санитарного обеспечения потерпевших при пожарах.

#### Материалы и методы

При выполнении данной работы были использованы официальные данные статистических сборников о пожарах и их последствиях, Государственных докладов о состоянии защиты жителей и территорий страны от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, статистических материалов о заболеваемости и смертности населения, данные МЧС и департамента здравоохранения РФ за 2015 и 2018 гг.

#### Результаты и обсуждения

Исследование статистических данных по пожарам и их следствиям на территории Воронежской области обнаружило положительную динамику уменьшения показателей состояния пожарной обстановки на период с 2015 до 2018 года. В течение этих четырёх лет общее число чрезвычайных ситуаций пожароопасного характера уменьшилось с 2150 до 1988, а число погибших снизилось с 168 человек до 143. При этом, за четыре года количество пожаров, возникших в черте города, уменьшилось с 1024 до 919, а в сельской местности с 1126 до 1069. Наибольшее число погибших наблюдается в сельской местности [6, 7].

Согласно данным распределения пожаров в субъектах РФ, большинство пожаров зафиксировано в жилых помещениях. В период с 2015 до 2018 года этот показатель составил 53,8 % и 54,2 % от общего количества. Число погибших снизилось с 90,5 % до 86,9 %. В отличие от 2015 года в 2018 году увеличилось число пожаров, возникающих в зданиях предприятий торговли и сервисного обслуживания с 29,3 % до 31,6 %. В местах открытого хранения веществ, материалов, с/х угодья и прочих открытых областях уменьшилось с 12,5 % до 12,3 % от общего числа [6, 7].

Основным фактором возникновения пожаров в Воронежской области в 2015 году

стало неосторожное обращение с огнём. В 2018 году главным фактором возгорания являлось несоблюдение правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

В ходе анализа среднестатистических показателей оперативного реагирования и тушения пожаров было выяснено, что в период с 2015 по 2018 гг среднее время оперативного реагирования увеличилось. Согласно имеющимся данным, время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в городе составляло 6,2 минуты в 2015 году и 6,35 минуты в 2018, а в сельской местности 11,68 и 12,85 минут соответственно. Отрицательная тенденция наблюдается и во времени локализации пожара. Так, в 2015 году среднее время купирования пожара в городе составило 5,82 минуты, а в 2018 году 6,29 минут [6, 7].

Обеспечению оперативной медико-санитарной помощи потерпевшим в чрезвычайных ситуациях пожароопасного характера способствует сформированная единая дежурно-диспетчерская служба скорой медицинской помощи на территории Воронежской области. Интеграция дежурно-диспетчерских служб муниципальных учреждений здравоохранения области дает возможность организовать централизованный прием и передачу вызовов скорой медицинской помощи, эффективную работу специалистов неотложной медицинской помощи, станций и отделений экстренной медицинской помощи на территории всей области.

Сотрудничество службы экстренной медицинской помощи и Воронежского центра медицины катастроф повышает результативность деятельности областной службы скорой медицинской помощи улучшает процесс оказания медицинской помощи пострадавшим.

Исследование работы станций экстренной медицинской помощи выявило, что после регистрации вызова в 88,7 % случаев работники срочной медицинской помощи прибывали к месту чрезвычайной ситуации в течение 20-ти минутного нормативного времени прибытия.

Таким образом, тесное взаимодействие специализированных отрядов немедленного реагирования территориального центра медицины катастроф со специалистами территориальной службы экстренной медицинской помощи, врачебно-сестринскими бригадами ближайших лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) города и области обеспечивает в кратчайшие сроки предоставление скорой врачебной помощи потерпевшим на догоспитальном периоде [8].

Высокая эффективность работы службы медицины катастроф позволяет осуществлять своевременное предоставление квалифицированной медицинской помощи потерпевшим с термическими ожогами в стационарных условиях ожогового отделения Воронежской областной больницы и ожоговых центрах Москвы с применением высокотехнологичных медицинских технологий.

Увеличению результативности предоставления скорой медицинской помощи пострадавшим при пожарах способствует предоставление круглосуточной дистанционной экстренной консультативной врачебной помощи с применением телемедицинских технологий работниками территориального центра медицины катастроф, проведение медицинской эвакуации при помощи автомобильного транспорта и санитарной авиации [8].

### Выводы

Анализ данных показал, что пожары, возникающие на территории Воронежской области, сопровождаются значительными санитарными потерями. Сотрудничество службы медицины катастроф, службы экстренной медицинской помощи и противопожарной организации способствует своевременному оказанию срочной медицинской помощи потерпевшим при пожарах, увеличению эффективности работы территориального здравоохранения и территориального областного центра медицины катастроф в Воронежской области.

### Литература

1. Анализ ликвидации медико-санитарных последствий природных пожаров в Забайкальском крае / А. А. Андреев, Р. В. Долгов, О. В. Корнилова [и др.] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Приоритетные направления развития Всероссийской службы медицины катастроф в

- современных условиях». - М.: ФГБУ «ВЦМК «Защита», 2019. - С. 7-8.
2. Вопросы организации медицинского обеспечения при авариях на химически опасных объектах / М. Г. Павлова, В. А. Горбулев, Е. А. Раскина [и др.] // Молодежный инновационный вестник. – 2018. – Т. VII, приложение. – С. 235 - 236.
3. Механтьева Л. Е. Актуальные вопросы взаимодействия функциональных и территориальных подсистем РСЧС Воронежской области при химических авариях / Л. Е. Механтьева, М. В. Перфильева, Е. А. Раскина // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2019. - Т. 1, № 10. - С. 264-266.
4. Опыт активного мониторинга пострадавших с травмами, сопровождающимися шоком, и пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях / А.Н. Артемов, И.И. Воробьев, Г. А. Балабаев [и др.] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Приоритетные направления развития Всероссийской службы медицины катастроф в современных условиях». - М.: ФГБУ «ВЦМК «Защита», 2019. - С. 8 - 9.
5. Посттравматическое стрессовое расстройство среди лиц, принимавших участие в контртеррористических мероприятиях и ликвидации последствий терактов / Т. П. Склярова, А. В. Петрова, Л. Е. Механтьева [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2017. - Т. 20. № 1. - С. 105-111.
6. Матюшина А. В. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник /А.В. Матюшина Под общей редакцией. - М.: ВНИИПО. -2016. - 124 с.
7. Гордиенко Д. М. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический□ сборник./ Д. М. Гордиенко. Под общей редакцией.-М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.
8. Гуменюк С. А., Костомарова Л. Г., Потапов В. И., Бук Т. Н. Медико-тактические особенности организации оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим при пожарах в Москве // Медицина катастроф. – 2014. - № 2. – С. 9-11.
9. Перфильева М. В. Анализ организации медико-санитарного обеспечения пострадавших при пожарах в Воронежской области / М. В. Перфильева, Л. Е. Механтьева, Е. А. Раскина // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2017. - Т. 20. № 1. - С. 70-76.
10. Полубояринов П. А. Организация медико-санитарного обеспечения пострадавших при пожарах на территории Воронежской области / П. А. Полубояринов, Е. А. Раскина // Молодежный инновационный вестник. – 2017. - Том VI, № 2. – С. 260 – 261.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

L. E. Mehantieva, M. V. Perfilieva, A. I. Dronova, V. V. Minakova, E. A. Raskina

## ORGANIZATION OF HEALTH CARE FOR THE AFFECTED BY FIRES IN THE TERRITORY OF THE VORONEZH REGION

The article presents a statistical analysis of indicators of the prevalence of fires and health consequences in the territory of the Voronezh region for 2015 and 2018, assesses the quality of emergency medical care for victims of fires in the prehospital period by emergency teams and the effectiveness of organizational measures for health care victims of fires

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 632.123

Л. Е. Механтьева, М. В. Перфильева, Е. А. Раскина, А. А. Абрамян, А. В. Силкин

## МЕДИКО-САНИТАРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ НАВОДНЕНИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

В статье рассмотрены особенности организации медико-санитарной помощи при наводнениях. Проанализирована подготовка сил и средств Министерства здравоохранения к работе в условиях ЧС гидрологического характера, оценена работа медицинских учреждений, осуществлявших медицинские и санитарно-эпидемиологические мероприятия по ликвидации последствия наводнений, а также обобщены данные о медико-санитарном обеспечении при гидрологических катастрофах в Дальневосточном федеральном округе в 2013 году

Помимо техногенных катастроф, среди всех стихийных бедствий на территории России наводнения постоянно угрожают примерно 800 городам, а также многим другим населенным пунктам. Паводки и наводнения сопровождаются угрозой жизни и здоровью людей, загрязнением окружающей среды, уничтожением материальных ценностей и нанесением ущерба отраслям экономики. Большое значение имеет заранее сформированная система прогнозирования наводнения, оповещения и эвакуации во время чрезвычайной ситуации.

В результате наводнений значительное число людей остаются без жилища, пресной воды и продовольствия. Нарушается работа водопроводных и канализационных систем, отключается электроснабжение. Всё это ведёт к риску возникновения различных инфекционных болезней.

Объектом исследования является санитарно-эпидемиологическая обстановка на территории Дальнего Востока в период наводнения. Особое внимание уделено изучению сил и средств, возможностей ВСМК Министерства здравоохранения, подразделений Роспотребнадзора, сводных отрядов Министерства обороны по ликвидации последствий ЧС в оказании медицинской помощи, размещенных на территории пострадавших от наводнения районов.

Проанализировав официальные данные пресс-службы Специального управления гражданской защиты Дальневосточного федерального округа, было выявлено, что в ликвидации медицинских, санитарно-эпидемиологических последствий наводнения на Дальнем Востоке в 2013 году принимало участие более 3,4 тыс. медицинских работников Службы медицины катастроф Министерства здравоохранения России. Для организации медицинской, санитарно-эпидемиологической помощи пострадавшим во время наводнения было привлечено более 7,3 тыс. штатных и нештатных медицинских формирований.

Для размещения эвакуированного населения в пострадавших от наводнения районах были развернуты и оснащены около 300 пунктов временного размещения. В декабре 2013 г. в Амурской области вместо ПВР начали функционировать более 50 пунктов длительного пребывания (ПДП) населения, в которых было размещено не менее 2500 человек.

За период стихийного бедствия в Дальневосточном регионе, вызванного паводком, в медицинских организациях регионального округа и в подвижных нештатных формированиях Всероссийского центра медицины катастроф «Защита» медико-санитарная помощь была оказана более 150 тыс. человек. Было организовано постоянное медицинское наблюдение за пораженным населением в пунктах временного размещения. В ходе подворовых обходов обследовано около 260 тыс. чел.

ВЦМК «Защита» направил полевой многопрофильный госпиталь (ПМГ) в поселок Богородское в Хабаровском крае. ПМГ за период работы принял более 2700 пациентов, из которых 392 ребенка. Выполнено не менее 75 хирургических операций, проведено более 1000 инструментальных исследований, несколько тысяч лабораторных анализов.

К концу чрезвычайной ситуации в районах, пострадавших от паводка, была проведена вакцинация против вирусного гепатита и дизентерии более 186 тыс. населения.

По данным Иркутского научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора две санитарно-противоэпидемические бригады в целях мониторирования объектов окружающей среды выполнили проверки скотомогильников в Амурской области; согласно полученным результатам 30 % проб не соответствовали санитарным нормам. Для очищения воды от загрязнений проводилось ее перехлорирование [1].

В результате проведенного анализа данных при ликвидации последствий паводка ведущими факторами медико-санитарного обеспечения являются количество пострадавшего населения и характер его поражения. Медицинское обеспечение пострадавших в результате наводнения содержит все виды первой и специализированной помощи и организуется как на затопленной, так и на ближайшей к ней территории [2].

В самом очаге оказание необходимой помощи организуется силами и средствами МЧС

России. Первая помощь оказывается непосредственно на месте поражения прибывающими отрядами спасателей [3].

Эвакуация пострадавших с незначительными повреждениями может быть осуществлена пешком, а пострадавших, находящихся в тяжёлом состоянии или состоянии средней тяжести, эвакуируют на специальном транспорте или транспорте общего пользования [4].

В результате исследования мы выяснили, что медико-санитарное обеспечение по ликвидации последствий наводнения на подтопляемых территориях Дальнего Востока было проведено успешно.

#### Литература

1. Всероссийский центр медицины катастроф "Защита" [Электронный ресурс] // ФГБУ Всероссийский центр медицины катастроф "Защита" Министерства здравоохранения Российской Федерации. URL: <http://www.vcmk.ru> (дата обращения: 08.02.20).

2. Перфильева М. В. Анализ организации медико-санитарного обеспечения пострадавших при пожарах в Воронежской области / М. В. Перфильева, Л. Е. Механтъева, Е. А. Раскина // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2017. - Т. 20. - № 1. - С. 70-76.

3. Механтъева Л. Е. Актуальные вопросы взаимодействия функциональных и территориальных подсистем РСЧС Воронежской области при химических авариях / Л. Е. Механтъева, М. В. Перфильева, Е. А. Раскина // Современные технологии обеспечения Гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. -2019. - Т. 6. № 1. – 260-261.

4. Плещица С. Г. Безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях / С. Г. Плещица, Л. Н. Мармышевой – Санкт-Петербург, 2017 г. -268 с.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

L. E. Mehantieva, M. V. Perfilieva, E. A. Raskina, A. A. Abramyan, A. V. Silkin

#### FEATURES OF HEALTH CARE IN CASE OF FLOODING IN THE FAR EAST

The article deals with the features of the organization of health care in case of floods. The article analyzes the preparation of the Ministry of health's forces and resources to work in conditions of hydrological emergencies, evaluates the work of medical institutions that carried out medical and sanitary- epidemiological measures to eliminate the consequences of floods, and summarizes data on health care in the event of hydrological disasters in the far Eastern Federal district in 2013

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК: 613.84+543.876

Г. И. Сапронов, А. М. Макарова, А. К. Комова

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА И ИХ ВЗРЫВООПАСНОСТЬ

Рассматриваются современные электронные системы доставки никотина и их взрывоопасность

Разработка новых систем подачи никотина в организм табачными компаниями приводит к расширению границ рынка. Так, сравнительно недавно, появились ИНТ- изделия из нагреваемого табака и ЭСДН - электронные системы доставки никотина. Для данных изделий проводится активная маркетинговая политика, которая, во-первых, направлена зачастую на подростковую аудиторию, а во-вторых, несет ложную информацию. Именно это способствует повышению продажи изделий. Так, например, по заявлениям производителей, часто упоминается, что данные устройства являются безопасными в использовании, а также помогают отказаться от курения, уменьшив поступление никотина и других опасных

соединений в организм. В ходе исследования было изучено большое количество литературы, а также проведена совместная работа с кафедрами «пропедевтической стоматологии» и «медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности» ВГМУ им. Н. Н.Бурденко, в процессе которой были опрошены учащиеся МБОУ ЛИЦЕЙ № 7 8 и 11 классов. Опрос показал, что более 50 % ребят пробовали табачные изделия, либо по-прежнему употребляют. Статистические данные так же отмечают, что 70 % людей, пытающихся бросить курить с помощью вейпов и электронных сигарет возвращаются к курению стандартных сигарет, а 50 % используют как ЭСДН, так и сигареты. Помимо этого, нет четкой регламентации к составу жидкости для электронных сигарет, в следствии чего производитель может добавлять различные примеси и вредные химические соединения, а устройство таких изделий подразумевает наличие нагревательного аппарата, аккумулятора, что является причиной для пожаро- и взрывоопасности. Только в США в период с 2015 по 2017 было зарегистрировано 2035 вызовов неотложной помощи из-за взрыва или воспламенения вейпов и электронных сигарет. Также известны случаи гибели и получения сильныхувечий пользователями.

В связи с многочисленными ограничениями, вводимыми государствами разных стран на табачную продукцию, табачные компании разрабатывают все новые и новые альтернативные способы доставки никотина в организм. В последнее время все большую популярность приобретают электронные системы доставки никотина –ЭСДН.

Никотин на сегодняшний день может употребляться во многих формах. Во-первых, его можно получать, собственно, из табачных изделий, а во-вторых, из жидкостей для электронных систем доставки никотина. Что касается табаков, то их чаще всего делят на курительные и не предназначенные для курения, то есть бездымные. К первому классу относятся классический жевательный табак, нюхательный, представленный в основном сухим снаффом, сосательный- влажный снафф, снос, насвай. Второй класс используется преимущественно в вейпах и электронных сигаретах.

Электронные системы доставки никотина и изделия из нагреваемого табака зачастую имеют примерно одинаковое строение. Основу составляют аккумулятор или батарея. В одноразовых товарах аккумуляторы самые дешевые и простые. Испаритель, к которому поступает энергия от аккумулятора, и нагревательный элемент заставляет жидкость в сигарете испаряться при затяжке. В таких товарах не предусмотрена защита от перегрева или короткого замыкания.

Если для курения используется табак (примеры изделий: iQOS компании Philip Morris International, Ploom компании Japan Tobacco International, glo компании British American Tobacco и PAX компании PAX Labs), то он представлен спрессованными табачными листьями, различными ароматизаторами, и химическими добавками. Посредством вдыхания вместе с аэрозолем в организм попадает никотин. Если в устройстве используется жидкость, то, несмотря на то что ее состав однозначно не регламентирован, и производитель может добавлять самые различные вещества в нее, она имеет основные компоненты:

1. Глицерин. Способствует образованию пара. Его отрицательное влияние выражается в ухудшении состояния кровеносных сосудов, возникновении сухости во рту.

2. Пропиленгликоль. Он является основой жидкостей. Усиливает вкус и ощущение крепости. Может вызывать аллергические реакции.

Исследование, проведенное Национальной лабораторией имени Лоуренса в Беркли (США), показало, что разложение при высоких температурах глицерина и пропиленгликоля сопровождается выбросами токсичных химических веществ, таких как акролеин и формальдегид.

3. Ароматические добавки. Благодаря им пар имеет определенный вкус. Вызывают ускорение всасывание никотина в кровь, тем самым усиливая его действие.

4. Никотин. Алкалоид естественного происхождения (в электронных сигаретах синтетический). Имеет патологическое влияние на системы организма.

Бывает в чистом виде, либо в солях (солевой никотин). Солевой никотин – соль

никотиновой кислоты, которая обладает большей совместимостью с тканями организма, благодаря чему никотин легче всасывается в кровь. Данный компонент необязателен. Жидкость может обходиться без него, в таком случае вдыхается ароматизированный пар.

##### 5. Металлы. Могут вызывать интоксикацию организма.

По заявлению ВОЗ ЭСДН табачными изделиями не являются, поскольку не содержат табак, только никотин. Однако, беспокойство все равно вызывают в том числе со стороны охраны общественного здоровья. В большинстве случаев маркетинг данных продуктов пробуждает заинтересованность вводящими в заблуждение слоганами об отсутствии вреда для здоровья, ложными заявлениями об эффективности этой продукции как средства, способствующего отказу от курения, и выбором молодежи в качестве целевой аудитории через использование ароматических добавок и ярких рекламных кампаний.

Обороты рынков вейпов и электронных сигарет стремительно возрастают. Вместе с этим возрастают и количество патологических случаев, связанных с использованием данной продукции. Так график № 1 показывает отношение продаж к взрывам, происходящими с вейпами и электронными сигаретами в период с 2009 по 2016.

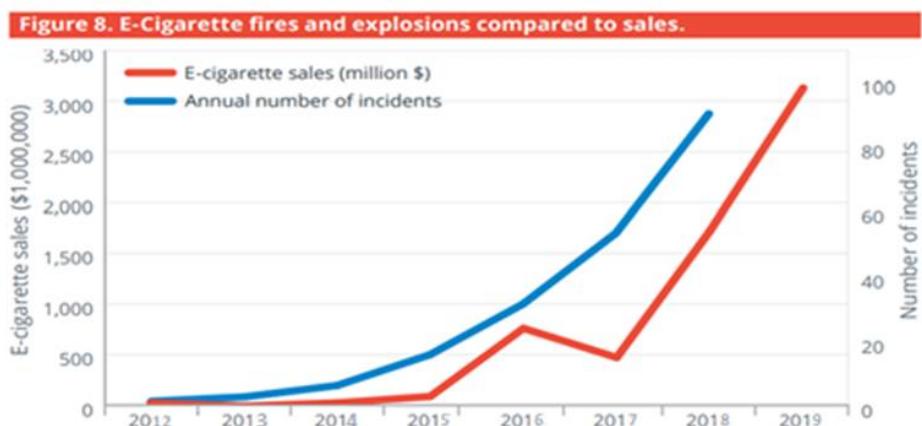


График 1

График 2 показывает возросшее количество взрывов относительно временного промежутка с 2009 до 2016. Полученные увечья чаще всего были средней тяжести, а взрывы приходились на моменты использования или же во время нахождения устройств в кармане.

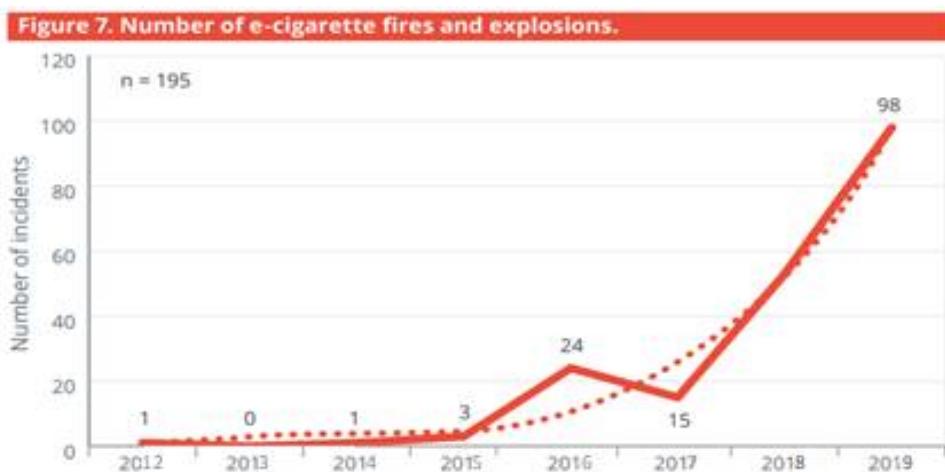


График 2

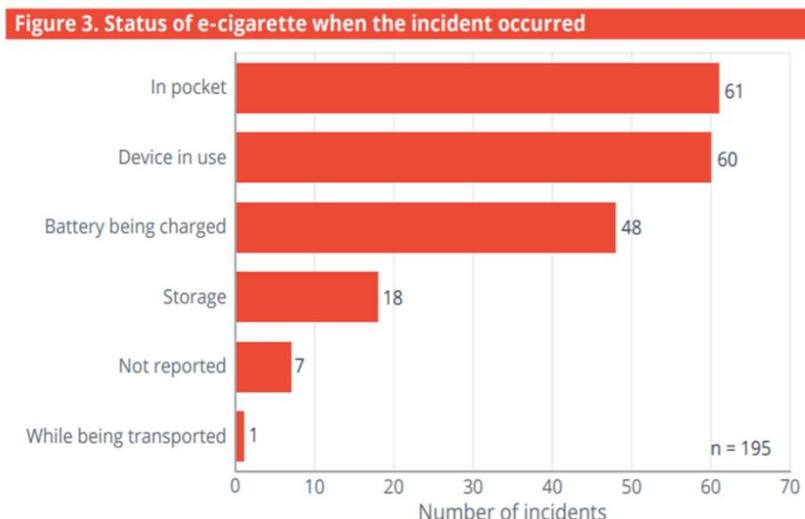


График 3

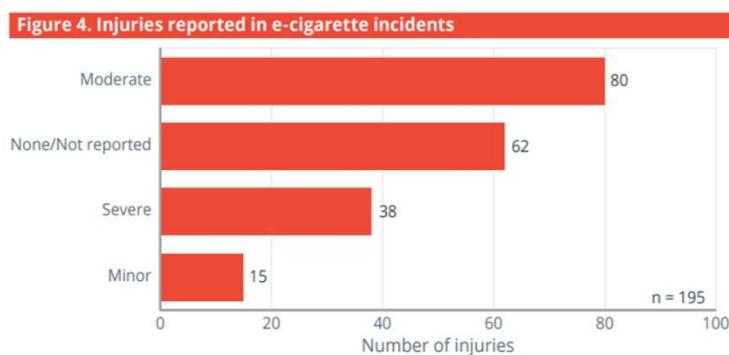


График 4

(Источник: Electronic Cigarette Fires and Explosions in the United States 2009 - 2016  
Lawrence A. McKenna Jr. Research Group National Fire Data Center U.S. Fire Administration)

Нами так же были рассмотрены частные примеры взрывоопасности ЭСДН, показывающие самые плачевые исходы.

1. В Морозовскую детскую больницу на карете скорой помощи доставили 17-ти летнего школьника. Рванувший вейп разворотил мальчику челюсти, зубы, губы. Диагноз мальчика "взрывная травма", состояние средней тяжести. В результате ему были проведены две крупные операции и множество мелких.

2. В апреле 2016 года в Бруклине в торговом центре 14-летний мальчик пострадал в следствие взрыва электронной сигареты. Тестируя в табачной лавке вейп, произошел его взрыв. Как оказалось, продавец перепутал аккумуляторы в следствии чего произошел данный инцидент. Подросток получил ожоги обеих рук и сетчатки глаз. Врачи смогли сохранить ему зрение лишь частично — мальчик будет слабо различать предметы одним глазом.

3. В 2016 году пожилой 63-летний врач Джозеф Кэвинс из Калифорнии решил отдохнуть вечером, прийдя с работы, то решил покурить электронную сигарету. Мужчина был оглушен громким взрывом и почувствовал, как будто его нанесли удар клюшкой в лицо. После этого он увидел море крови вокруг — но только правым глазом он мог видеть что-либо. Левый глаз врачи вынуждены были удалить.

4. И один из самых известных случаев произошедших с участием вейпа это смерть Толлмаджа Д'Элии был найден пожарной службой в собственном доме. Согласно отчетам медицинской экспертизы, причиной смерти являлись два металлических объекта, то есть частей электронной сигареты, в черепную коробку.

**Выходы:** Обобщив все данные, мы выявили, что маркетинг в отношении ЭСДН и незнание людей о реальной опасности их использования приводит к увеличению приобретений устройств, а как следствие к увеличению количества инцидентов, особенно взрывов, наносящих серьезные повреждения организмам пострадавших. Начиная со школьной скамьи люди подсаживаются на употребление никотина. Так, по результатам опроса к выпускному 11 классу более 50 % ребят употребляют никотин в различных формах. А частные примеры взрывов вейпов и электронных сигарет показывают, что половина серьезных происшествий произошла с несовершеннолетними.

Проблема взрывоопасности курительных устройств стремительно возрастает. Необходимо чаще проводить просветительскую работу, в том числе и в школах, повышая осведомленность о принципах работы электронных систем подачи никотина, возможных сбоях в их работе, а также в вопросе влияния употребляемых веществ на организм.

#### Литература

1. Electronic Cigarette Fires and Explosions in the United StatesLawrence A. McKenna Jr. Research Group National Fire Data Center U.S. Fire Administration
2. Актуальные проблемы стоматологии. Тезисы. Влияние химических привычек (бездымного табака) на состояние ротовой полости и организма подростка в целом. И. С. Беленов, А. М. Макарова, Д. Е. Бирюкова, А. В. Корецкая, И. В. Корецкая. С. 8-10.
3. Мониторинговые исследования мирового и российского рынка электронных курительных систем 2016 / Миргородская Алла Гайкасновна, Шкидюк Марина Владимировна, Матюхина Наталья Николаевна
4. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>
5. <https://www.bbc.com/russian/features-44314394>
6. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/5-truths-you-need-to-know-about-vaping>
7. <https://www.bbc.com/news/health-49798627>
8. [https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/electronic\\_cigarettes.pdf](https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/electronic_cigarettes.pdf)
9. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

G. I. Sapronov, A. M. Makarova, A. K. Komova

#### GENERAL CHARACTERISTICS OF ELECTRONIC NICOTINE DELIVERY SYSTEMS AND THEIR EXPLOSIVENESS

Modern electronic nicotine delivery systems and their explosiveness are considered

Voronezh state Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

Т. П. Склярова, Г. И. Сапронов, А. В. Петрова,  
Ю. Ю. Бакутина, И. Г. Корыстин, Ю. А. Голубурдина

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ И АДАПТАЦИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ

Статье рассматривается психофизиологическое состояние и состояние здоровья специалистов авиационной службы. Проведен анализ условий профессиональной деятельности специалистов малой авиации и выявлены факторы, влияющие на их здоровье (величина физического фактора, воздействующего на летчика в момент выполнения летной работы, а именно его вертикальной перегрузки, неудобный график работы). В структуре общей заболеваемости лётного состава выявлены ведущие заболевания сердечно-сосудистой системы, органов зрения и слуха. Оценивая же вредные привычки респондентов выделены: употребление алкоголя в 33 % случаев «для снятия стресса» и курение в 23 %, здорового образа жизни придерживалось 44 %. Психоэмоциональное состояние характеризовалось высоким уровнем тревоги у 3 % респондентов, тревогой низкого уровня у 40 %, отсутствием тревоги у 57 % обследованных пилотов. В результате обследования выявлено формирование синдрома эмоционального выгорания в стадии резистентности и снижение функциональных резервов организма, свидетельствующих о напряженной работе неспецифических механизмов адаптации, истощающей регулирующие и энергетические резервные возможности организма специалистов авиационной службы. Для снижения негативного влияния условий трудовой деятельности на адаптацию и здоровье специалистов авиационной службы необходимо осуществление комплекса практических мер по предупреждению и коррекции управляемых факторов

Специалисты авиационной службы в процессе выполнения трудовых функций подвергаются воздействию негативных факторов: физического фактора, особенно вертикальной перегрузки и психоэмоционального фактора, которые снижают адаптацию и влияют на здоровье пилотов.

Адаптационные возможности людей определяются совокупностью энергетических, метаболических ресурсов, обеспечивающих прежде всего сохранение гомеостаза и поддержание его равновесия с внешней средой [1].

Механизмы адаптации определяются возможностями мобилизации функциональных резервов, обеспечивающие нормальное функционирование специалистов авиационной службы, влияющие на изменения их регуляторных систем. Реакция организма, возникающая на действие различных факторов окружающей среды, зависит от времени, силы, а также адаптационных возможностей организма [2]. Одним из факторов, оказывающим влияние на здоровье и адаптацию специалиста является степень его готовности к выполнению определенных заданий и эмоциональное состояние.

Цель исследовательской работы – изучение влияния условий профессиональной деятельности на психофизиологическое состояние и здоровье специалистов авиационной службы.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на базе Воронежской врачебной лётно-экспертной комиссии и лётного клуба - “Авиатор”. Число респондентов - 40 человек, мужского пола, средний возраст  $40 \pm 5$  лет, со средним стажем работы около 20 лет. Из методов исследования нами использовались: определение адаптационного потенциала по формуле Р.М. Баевского, в модификации Шутко Г.В.; тест Люшера, методика В.В. Бойко, анализ медицинской документации и анкетирование. Анкета, разработанная нами, содержала разделы, отражающие условия трудовой деятельности, условия проживания и взаимоотношения в семье, режим труда и отдыха, вредные привычки, наличие жалоб на состояние здоровья.

### Результаты исследования

По результатам анкетирования было выявлено, что условия трудовой деятельности 90 % пилотов считают тяжелыми. Отмечен “неудобный” график работы: продолжительность полёта до 12 часов, с короткими промежутками отдыха от нескольких минут до 1 часа.

Воздействие физического фактора характеризовалось влиянием разных климатических условий в течение рабочего времени и вертикальной перегрузкой. Кроме этого, частые рабочие смены, недостаточное количество времени отдыха и временипроведения с семьей, нарушение режима питания, высокая ответственность, угроза для жизни и здоровья при возможных ошибках. Оценивая условия проживания и семейные взаимоотношения, 90% респондентов считали их хорошими и лишь 10 % пилотов - не были ими удовлетворены. Здорового образа жизни придерживались 44 % опрошенных, среди вредных привычек респондентами отмечены употребление алкоголя для снятия усталости, эмоционального напряжения и "с целью отвлечения от существующих проблем" в 33 % случаев. 23 % респондентов отметили курение (в среднем на протяжении около 7 лет). В процессе анкетирования респонденты предъявляли жалобы на снижение зрения, слуха, боли в суставах и позвоночнике до 40 %, нарушение сна – 26 %, боли в области сердца и повышение артериального давления – 27 %.

В результате изучения медицинской документации нами выявлена структура общей заболеваемости лётного состава: ведущими заболеваниями были болезни опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, органов зрения и заболевания ЛОР органов со снижением слуха.

Исследование функциональных резервов организма пилотов малой авиации проводилось с использованием формулы Р. М. Баевского в модификации Г. В. Шутко. Под функциональными резервами понимается адаптационная способность организма, его систему увеличивать интенсивность своей деятельности относительно покоя [3], а также обеспечивать приспособление к различным физическим и психоэмоциональным нагрузкам при выполнении своих профессиональных навыков. По результатам обследования выявлено: высокие резервы организма у 10 % респондентов, напряжение механизмов адаптации у 70 %, срыв адаптации - 6,7 %, низкие резервы отмечены у 13,3 % респондентов. Данные свидетельствуют об изменении функционального состояния организма и его систем под воздействием неблагоприятных средовых факторов, выражющихся в снижении компенсаторных и защитных свойств организма специалистов авиационной службы [4].

Кроме этого, отмечен высокий уровень тревоги в 3 %, тревога низкого уровня в 40 %, отсутствие тревоги у 57 % пилотов по данным теста Люшера.

Среди обследуемых пилотов в 23 % сформировалась фаза резистентности синдрома эмоционального выгорания (СЭВ). СЭВ проявлялся следующими симптомами: неадекватное избирательное эмоциональное реагирование – 46 %, эмоционально-нравственная дезориентация – 20 %, редукция профессиональных обязанностей – 20 %, расширение сферы экономики эмоций – 23 %, что объясняется постепенной утратой эмоциональной, когнитивной и физической энергии, проявляющейся симптомами физического утомления, умственным истощением, а также снижением удовлетворенности от выполнения профессиональных навыков [5].

**Выводы.** Напряженная работа неспецифических механизмов адаптации истощает регулирующие и энергетические резервные возможности. Среди специалистов авиационной службы наиболее распространены заболевания со стороны опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы, являющейся индикатором психоэмоционального состояния человека. Защитным механизмом адаптации является формирующийся синдром эмоционального выгорания в фазе истощения и сформированной фазе резистентности. Для снижения негативного влияния трудовой деятельности на адаптацию и здоровье необходимо осуществление комплекса практических мер по предупреждению и коррекции управляемых факторов (регулярность проведения восстановительных мероприятий в перерывах между выполнением лётной работы на базекабинетов психоэмоциональной разгрузки, изменение графика работы с увеличением времени на отдых и времени провождения с семьёй).

### Литература

- Покровский В. М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма.-Краснодар: Кубань-Книга.-2010.-244 с.
- Профилактика посттравматического стрессового расстройства у лиц опасных профессий/Петрова А. В., Склярова Т. П., Поддубный В. В., Попова И. А., Трофимов А. В. // Прикладные информационные аспекты медицины: научно-практический журнал. – Воронеж: ВГМУ им. Н. Н. Бурденко – 2018.– Т. 21, № 2, –С. 88-92
- Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. Учебное пособие.М.: РУДН. -2006.-284с.
- Л. Е. Механтьева, А. В. Петрова, Т. П. Склярова. Профилактика нарушений адаптации у специалистов с экстремальными условиями деятельности/ Прикладные информационные аспекты медицины. Том 19 № 2.II квартал 2016 года. Воронеж, 2016.С.150-157.
- Покровский В. М., Мингалев А. Н. Регуляторно-адаптивный статус в оценке стрессоустойчивости человека//В.М. Покровский Физиология человека.-2012.-Т.38.-№ 1-С.77-81.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

T. P. Sklyarova, G. I. Sapronov, A. V. Petrova, Y. Y. Bakutina, I. G. Kristin,  
Y. A. Goloburdinu

### THE INFLUENCE OF CONDITIONS OF THE PROFESSIONAL ENVIRONMENT ON THE HEALTH AND ADAPTATIONALIST AVIATION SERVICE

The article considers the psychophysiological state and health status of aviation service specialists. The analysis of the conditions of professional activity of small aviation specialists was carried out and factors affecting their health were identified (the value of the physical factor affecting the pilot at the time of flight work, namely its vertical overload, uncomfortable work schedule). The leading diseases of the cardiovascular system, organs of vision and hearing were identified in the structure of the general incidence of flight personnel. Assessing the bad habits of the respondents, the following were highlighted: alcohol consumption in 33 % of cases "to relieve stress" and smoking in 23 %, 44 % adhered to a healthy lifestyle. The psychoemotional state was characterized by a high level of anxiety in 3 % of respondents, low level anxiety in 40 %, and lack of anxiety in 57 % of the pilots examined. The survey revealed the formation of a burnout syndrome in the resistance stage and a decrease in the functional reserves of the body, indicating the hard work of non-specific adaptation mechanisms that deplete the regulatory and energy reserve capabilities of the body of aviation service specialists

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 613.164 + 628.515(470.324)

Л. Е. Механтьева, М. В. Перфильева, Д. А. Овчинникова, Т. Д. Акунеева

### ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

В статье рассмотрены проблемы шумового загрязнения от автотранспорта в городе Воронеж на сегодняшний день. Исследовано влияние транспортного шума на здоровье городского населения

#### Актуальность

Рост городов, строительных и ремонтных работ, расширение транспортной системы, увеличение плотности населения - все это является неотъемлемой частью современного мира. С каждым годом количество легкового автотранспорта жителей Воронежа увеличивается на 1 %, что сопровождается резким увеличением интенсивности движения на

городских улицах [4]. Годичный прирост благоустроенного жилья составляет не менее 1 000 тыс. м<sup>2</sup>. На многих автомагистралях крупных городов уровень шума не опускается ниже 70 дБ, а в норме не должен превышать 55 дБ в дневное время. Все эти факторы являются главными источниками шумового загрязнения. По данным специалистов с каждым годом уровень шума растет на 1 дБ [1, 4].

Шумовое загрязнение городской местности негативно воздействует на здоровье людей, а также является наиболее распространенной причиной жалоб населения [2, 3]. В 2018 году в Воронеже количество обращений населения на неблагоприятное воздействие шума составило 1559. Шум может вызывать раздражение и агрессию, шум в ушах, хроническую усталость и утомление. Долгосрочные последствия воздействия шума, такие как, патологии сердца и сосудов (повышение артериального давления, ишемическая болезнь сердца), нервной системы (расстройство сна, снижение когнитивных функций), болезни уха и сосцевидного отростка (нейросенсорная потеря слуха), депрессии и другие психические расстройства. При увеличении уровня шума с 64 до 77 дБ частота инфекционных заболеваний возрастает в 3 раза [4].

#### Цель

Целью работы являлось изучение проблемы шумового загрязнения от автотранспорта и влияние шума на организм человека в городе Воронеж. Объектами данного исследования послужили данные измерений уровней шума с 2014 по 2018 года (эквивалентного LAЭкв. и максимального LAmакс. уровня звука), которые проводились в дневное (12:00-15:00), вечернее (17:00-19:00) и ночное (23:00-01:00) время, данных заболеваемости по городу Воронежу, а также риски заболеваний под воздействием транспортного шума ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». При оценке данных измерения шума использовались СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» одобренные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 10.06.2010 № 64 (максимальные уровни звука шума, проникающего извне в помещения жилых зданий (с 7 до 23 часов – 55 дБ, с 23 до 7 часов 45 дБ)

#### Методы

В данной работе были изучены данные измерений уровней шума (максимального LAmакс. и эквивалентного LAЭкв.), которые проводились в дневное, вечернее и ночное время, данные заболеваемости по городу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Был проведен статистический анализ данных, рассчитаны коэффициенты корреляции, составлены диаграммы и таблицы. Использовался картографический метод при создании карт шумового загрязнения Воронежа.

#### Результаты

В результате исследования нами были изучены данные мониторинга уровня шума, проведенного управлением Роспотребнадзора по Воронежской области с 2014 по 2018 год, включающий 16 улиц 5 районов города, на которых проводились измерения эквивалентного и максимального уровня шума, а также данные по заболеваемостью патологиями сердечно-сосудистой системы, уха и сосцевидного отростка, психическими нарушениями и риски заболеваний под воздействием повышенного уровня шума на точках контроля, где проводились измерения.

В результате проведенного анализа данных мониторинга уровня шума выявлено, что наибольшие показатели эквивалентного уровня средневзвешенного транспортного шума, превышающие допустимый уровень свыше 55 дБ в дневное время, зарегистрированы:

- по улице Московский проспект, что превышает допустимую норму на 13.2 дБ
- по улицам Беговая, проспект Патриотов, Дмитрова, Краснознамённая – на 5,2 дБ
- по улице Ленинский проспект – на 8,3 дБ.

Отмечено превышение эквивалентного уровня шума в ночное время свыше 45 дБ по улице Московский проспект – на 12,5 дБ, по ул. Ленинский проспект – 3 дБ, по ул. Беговая и Краснознамённая – на 2,5 дБ.

Для оценки шумовой нагрузки на городское население была рассчитана доля эквивалентного уровня транспортного шума, не соответствующего гигиеническим нормативам. За период с 2014 по 2018 год, достигающая 93 % в дневное время по ул. Московский проспект и Ворошилова, 98 % по ул. Димитрова, 100 % по ул. Беговая, Проспект Патриотов и Ленинский проспект 117.

Выявлена зависимость чувствительности физиологических систем организма и уровня транспортного шума. При измерениях, значительно превышающих допустимые нормативы наиболее чувствительна сердечно-сосудистая система, риск заболеваний нервной системы средний при непрерывной экспозиции, составляющей 45-55 лет, риск заболеваний органов слуха оценивается как низкий. Данные точки контроля располагаются по адресу: Московский проспект, 82, ул. Ворошилова, 49 (уровень транспортного шума составил 54-83 дБ), Ленинский проспект, 154, ул. Беговая, 2/2, Ленинский проспект, 117 (уровень транспортного шума 53-72 дБ)

По ул. Димитрова, 79, ул. Краснознаменная, 171 Б, Проспект Патриотов 31/2, Жилой массив Олимпийский, 4, Антонова-Овсеенко, 25а, ул. Ломоносова, 114/8 шумовое загрязнение находится в пределах средних превышающих значений, и при уровне шума 43-67 риск заболеваний сердечно-сосудистой системы характеризуется как средний при экспозиции, составляющей 45 лет и более, риск заболеваний органов слуха и нервной системы характеризуется как низкий.

В точках контроля с уровнем шума, соответствующим норме на территориях, прилегающих к ул. Лидии Рябцевой, 38, ул. Володарского, 39, ул. Генерала Лизюкова, 105, риск заболеваний вышеуказанных систем отсутствует.

За период 2013-2015 годы на улицах с оживленным движением автотранспорта произошло значительное повышение доли уровня шума, превышающего норму, с 21,2 % до 75,8 %, а с 2015-2018 наблюдалось ее снижение до 29 %, благодаря внедрению шумопонижающих технологий, введению системы платных парковок.

На фоне снижения доли уровня шума, не соответствующего гигиеническим нормативам, наблюдалось снижение показателей заболеваемости психическими расстройствами, болезнями сердечно-сосудистой и нервной систем, органов слуха. Так, в общей структуре заболеваемости по Воронежской области взрослых «18 лет и старше» в 2017 году по сравнению с 2015 годом темп показателей заболеваемости психическими расстройствами и болезнями системы кровообращения снизился на 84,7 % и 3,1 % соответственно.

Среди детей в возрасте до 14 лет, отмечается тенденция снижения темпа показателя заболеваемости психическими расстройствами на 7,2 %, болезнями уха и сосцевидного отростка на 9 %, сердечно-сосудистой системы на 31,6 % за период 2015-2017 годы.

Среди детей возрастной группы «15-17 лет» наблюдается уменьшение темпа показателя заболеваемости по болезням систем, на которые оказывает влияние шумовое загрязнение (психических и неврологических нарушений на 31,1 % и 13,2 % соответственно, патологий органов слуха на 8,3 %, болезней сердечно-сосудистой системы на 10,5 %)

Расчет коэффициента корреляции показал высокую степень влияния уровня шума на риск возникновения и развития заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем и органов слуха среди разных возрастных групп. Коэффициент корреляции между уровнем шума и риском заболеваний сердечно-сосудистой системы у лиц в возрасте от 1 до 45 лет отражает среднюю силу, а в возрасте от 50 до 70 лет – высокую силу корреляции. Коэффициент корреляции составляет: 0,63 в возрасте от 1 до 18 лет; 0,657 в возрасте от 20 до 45 лет; 0,7508 в возрасте от 50 до 70 лет

Коэффициент корреляции между уровнем шума и риском заболеваний нервной системы у лиц в возрасте от 1 до 70 лет отражает среднюю силу корреляции. Коэффициент корреляции составляет: 0,61 в возрасте от 1 до 18 лет; 0,584 в возрасте от 20 до 45 лет; 0,675 в возрасте от 50 до 70 лет

Коэффициент корреляции между уровнем шума и риском заболеваний органов слуха у лиц в возрасте от 1 до 70 лет отражает высокую силу корреляции. Коэффициент корреляции составляет: 0,72 в возрасте от 1 до 18 лет; 0,732 в возрасте от 20 до 45 лет; 0,765 в возрасте от 50 до 70 лет

В ходе исследования были проведены собственные измерения на наиболее загруженных транспортом центральных улицах города. Мониторинг проводился 3 раза в день в «пиковые часы», т.е. днем (12:00-15:00), вечером (17:00-19:00) и ночью (23:00-01:00). Для исследования было выбрано 10 точек, охватывающие основные скопления транспорта и людей. Для контроля уровня шума использовалось мобильное приложение Sound Meter, разработчик- ToolsDev, @mail - tools.mobnet@gmail.com. Единицы измерения – Децибелы. Данная программа позволяет определить шумовое загрязнение от 0 до 120 дБ, определяет минимальные и максимальные границы, определяет среднее значение. Погрешность измерения составляет +- 2 дБ. Измерения проводились при изменчивой погоде, скорость ветра составляла около 10 м/сек и не превышала 15 м/с.

На основе полученных данных и результатов мониторинга Роспотребнадзора была составлена карта шумового загрязнения города Воронеж дневного и ночного времени суток, с помощью программы Scribblemaps, отображающая наиболее загрязненные районы города в разное время суток. Она позволяет просматривать карты в онлайн режиме, изменять масштаб и приближать объекты.

#### Обсуждение.

Поднимаемая в работе проблема воздействия уровня шума на организм человека на сегодняшний день является актуальной в связи с неблагоприятным воздействием шума на сердечно-сосудистую, нервную и слуховую системы. С 2015 по 2017 в Воронеже наблюдается понижение уровня транспортного шума, но на многих улицах города все еще отмечаются высокие уровни шумового загрязнения, превышающие гигиенические нормативы. Для того, чтобы снизить воздействие шумовой нагрузки на население осуществляется внедрение шумопонижающих технологий и марок дорожного покрытия, введение системы платных парковок в центре города.

#### Заключение.

В ходе исследования была проведена оценка шумового загрязнения города Воронеж. В последние годы доля уровня шума, превышающего гигиенические нормативы на улицах с интенсивным движением транспортных средств значительно уменьшилась по сравнению с 2015 годом с 75,8 % до 29 %. Обнаружено высокое влияние шумовой нагрузки на здоровье населения: риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, болезней нервной системы и органов слуха, психических расстройств возрастал при увеличении уровня шума, воздействовавшего на организм и времени экспозиции. Отмечено снижение темпа заболеваемости вышеуказанными заболеваниями в последние годы, что связано со снижением доли уровня шума, не соответствующего гигиеническим нормативам.

#### Литература

1. Информационный бюллетень. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Воронежской области по показателям социально-гигиенического мониторинга [Электронный ресурс] / Под ред. И. И. Механтьева, Ю. И. Степкина. - Воронеж: Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2018. - Режим доступа: [http://36.rosspotrebnadzor.ru/download/sgminf/ibcreda\\_2018.pdf](http://36.rosspotrebnadzor.ru/download/sgminf/ibcreda_2018.pdf). Дата обращения: 10.02.2019.

2. Куролап С. А. Оценка экологического риска от воздействия автотранспортного комплекса в крупных городах Центрального Черноземья / С. А. Куролап, А. Б. Якушев, П. М. Виноградов, А. П. Карпова // Экогоеохимия и биоиндикация техногенных рисков территорий интенсивного антропогенного освоения. – Воронеж, 2018

3. Городков А. В. Оценка состояния экосреды рекреационных территорий крупного города по фактору шума / А. В. Городков [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2016. – Т. 15, № 3.

4. Клепиков О. В. Проблема городского автотранспортного шума и пути её решения // О.В. Клепиков, Н. П. Мамчик, Н. Ю. Самодурова // Медико-экологическая диагностика состояния окружающей среды города Воронежа. – Воронеж, 2018.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

L. E. Mekhantyeva, M. V. Perfilyeva, D. A. Ovchinnikova, T. D. Akuneeva

## ASSESSMENT OF THE CITY'S NOISE POLLUTION VORONEZH

The article deals with the problems of noise pollution from motor vehicles in the city of Voronezh to date. Influence of transport noise on health of the city population has been investigated

Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

УДК 658.382.3

А. П. Терехов, А. В. Шаламова

## НАРУШЕНИЯ СНА КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА У РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье изучается распространенность инсомнии и дневной сонливости у работников промышленного предприятия и возможность коррекции нарушений сна с помощью немедикаментозных методов

Бурное развитие промышленности в конце XIX-начале XX века сопровождалось значительным увеличением числа городов и ростом количества городского населения. Процессы урбанизации привели к тому, что большая часть населения промышленно развитых стран в настоящее время проживает в городских условиях. Наряду с высокими результатами индустриального производства, которые стали возможными в мегаполисах, общество столкнулось с рядом негативных факторов воздействия городской среды на здоровье населения.

Нарушения сна являются частой проблемой жителей современных городов. Как свидетельствуют результаты медицинских наблюдений, около 25 % населения страдают нарушениями сна [5].

В целом, среди основных причин нарушения сна в современных городских условиях можно выделить 2 большие группы факторов: факторы внешней среды и внутренние факторы.

К факторам внешней среды можно отнести следующие: шум, световая нагрузка, некомфортная температура и недостаток свежего воздуха в помещении для сна. Большое значение в механизмах нарушения сна играет увеличение световой нагрузки на глаза. Световое излучение телевизоров, мониторов и портативных гаджетов, относящихся к синей части видимого спектра, приводит к избыточному раздражению рецепторов радужки глаза и нарушению выработки гормона сна мелатонина. Также наступлению нормального сна препятствуют поздний просмотр телевизионных программ, наружное уличное освещение, яркая световая реклама, уличный шум.

Внутренними, преимущественно психологическими, факторами являются стрессовое состояние, тревога, депрессия. К их возникновению предрасполагают высокие нервно-эмоциональные нагрузки, высокий темп городской жизни, повышение интенсивности рабочих процессов, сменный характер работы, резкое изменение часовых поясов, нерациональное питание, курение.

Основным патогенетическим механизмом бессонницы рассматривается гиперактивация симпатической нервной системы, повышенное нервное возбуждению всех структур головного мозга, приводящие к нарушению его функционирования [1].

Нарушения сна имеют не только медицинское, но и большое социальное значение. Имеются данные, что большое число дорожно-транспортных происшествий, производственного травматизма, происходят вследствие недостатка сна [4]. Работоспособность людей с нарушениями сна в 2 раза ниже по сравнению со здоровыми людьми [3]. Выявлена прямая связь между нарушениями сна, текущей успеваемостью и способностью к обучению у студентов [2].

Влияние нарушения сна на качество жизни, производительность труда и производственный травматизм является малоизученным вопросом.

Целью нашей работы было изучение распространенности нарушений сна среди сотрудников промышленного предприятия, и возможность его улучшения немедикаментозными методами.

Нарушения сна имеют многочисленные проявления. Согласно Международной классификации расстройств сна 3-го пересмотра (International classification of sleep disorders 3, ICSD-3) [6], выделяют шесть групп нарушений сна: 1) инсомния (insomnia), 2) расстройства дыхания во сне (sleep-related breathing disorders), 3) гиперсомнии (central disorders of hypersomnolence), 4) расстройства цикла «сон — бодрствование» (circadian rhythm sleep — wake disorders), 5) парасомний (parasomnias), 6) двигательные расстройства во сне (sleep-related movement disorders).

При этом наиболее распространенным видом нарушения сна (до 5–20 % в общей популяции населения) считается инсомния. Инсомния – это синдром, проявляющийся нарушением инициации, продолжительности и качества сна при наличии всех необходимых условий для его протекания.

Целью работы было изучение распространенности инсомнии у работников промышленного предприятия «Ижевский радиозавод».

#### Материалы и методы.

Было обследовано 67 работников предприятия «Ижевский радиозавод», работающих по специальности монтажник электрооборудования - 42 мужчины и 25 женщин. Все работники были поделены на 2 группы: молодого (до 40 лет включительно) – 28 человек и среднего (старше 40 лет) возраста – 39 человек.

Исследование проводилось методом анкетирования.

Для субъективной оценки сна использовался рекомендованный Центром исследования сна Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова протокол исследования. По данному протоколу исследуемый оценивает несколько показателей: время засыпания, продолжительность сна, количество ночных пробуждений, качество сна, количество сновидений и качество утреннего пробуждения по шкале от 1 до 5 баллов. Согласно этому протоколу суммарная оценка 22 и более баллов указывает на нормальный сон, 19–21 балл – на пограничные значения сна, менее 19 баллов – на нарушения сна.

Для оценки дневной сонливости нами была использована Эпвортская шкала дневной сонливости (Epworth Sleepiness Scale). Эпвортская шкала считается простым и надежным методом измерения выраженности дневной сонливости (слабой, средней или сильной степени) у взрослых. Шкала оценивает сонливость от 0 до 24 баллов. Суммарный балл 0–боготражает нормальные значения сонливости, 7–8 умеренную дневную сонливость, 9–24 – выраженную дневную сонливость.

#### Полученные результаты.

По результатам изучения протокола сна, у 19 человек (28,3 %) из 67 исследованных наблюдались проблемы со сном. У всех работников с нарушением сна было выявлено нарушение засыпания, медленное наступление сна (оценка скорости наступления сна составила 2,1 балла). Медленное наступление сна вызывало закономерное сокращение его продолжительности (2,5 балла). Отмечено также высокое количество ночных пробуждений

(2,3 балла) в течение сна. Общая оценка качества сна была снижена до 2,4 баллов. Суммарная оценка сна в данной группе составила 14,3 балла. При этом нарушения сна чаще наблюдались у женщин – у 8 из 25 человек (32 %), чем у мужчин – 11 из 42 человек (26,1 %). С увеличением возраста распространенность нарушений сна возрастала. В группе молодого возраста (до 40 лет) нарушения сна отмечены у 6 из 28 человек (21,4 %), тогда как в группе среднего и пожилого возраста (старше 40 лет) те или иные нарушения сна отмечены у 13 из 39 человек (33,3 %).

При оценке преимущественного типа активности (дневной или вечерней) выявлено, что люди с преимущественно вечерним типом активности – «совы» страдают нарушениями сна чаще, чем люди с дневным типом активности – «жаворонки». Среди 19 человек с нарушениями сна оказалось 12 «сов» (63,1 %) и 7 «жаворонков» (36,8 %).

По причинам нарушений сна (можно было указать несколько причин) наиболее часто назывались стресс (78,9 %), жизненные события (68,4 %), сменный характер работы (42,1 %), колебания настроения (26,3 %). В 21,0 % случаев указывалось на шум транспорта за окном, просмотр телепередач перед сном и т.д.

31,5 % работников с нарушениями сна, преимущественно в группе среднего и пожилого возраста, указали, что периодически пользуются лекарственными препаратами для улучшения сна, что часто сопровождалось развитием различного рода подобных эффектов (тяжость в голове, вялость, заторможенность).

Те или иные нарушения сна становились причиной сонливости и снижения работоспособности в дневное время. Исследование по Эпвортской шкале выявило, что дневная сонливость отмечалась почтиу всех лиц с нарушением сна (18 из 19 человек – 94,7 %), составив 9,3 балла (высокая сонливость). Интересен тот факт, что в группе среднего и пожилого возраста, не имеющих нарушений сна, у 42,3 % человек наблюдалась легкая форма дневной сонливости, составившая 7,4 балла по Эпвортской шкале. По-видимому, это может быть связано со снижением функциональных резервов организма и повышенной потребностью в отдыхе у лиц пожилого возраста.

В группе лиц с нарушениями сна (19 человек) были проведены специальные мероприятия для коррекции выявленных нарушений. Было рекомендовано устранение внешних факторов, препятствующих наступлению и протеканию здорового сна: своевременный отход ко сну, коррекцию питания, дополнительное затемнение спального помещения, исключение позднего просмотра телепередач и пользование гаджетами, при необходимости использование ушных вкладышей для снижения уровня шума.

Наряду с этим для нормализации сна была использована методика аутогенной тренировки.

Аутогенная тренировка является немедикаментозным методом релаксации, который не требует участия специалиста и может применяться самостоятельно. Метод основан на сознательном расслаблении периферической мускулатуры конечностей и переключению на диафрагмальный вариант глубокого дыхания, что способствует повышению тонуса парасимпатической нервной системы и наступлению физиологически полноценного сна.

Сеанс аутогенной тренировки представляет собой последовательное (5-6 раз) повторение в уме словесных утверждений о расслаблении определенных участков тела и вызываемых ощущений тепла и тяжести в них. Процесс аутогенной релаксации идет в следующем порядке: стопа-голень-бедро - на нижних конечностях, кисть-предплечье-плечо - на верхних конечностях. Сначала расслабляется одна конечность, затем другая, сначала нижние конечности, затем верхние. После этого в процессе релаксации включается туловище, затем голова. После этого следует сосредоточиться на процессе спокойного и медленного дыхания, желательно по диафрагмальному типу. Рекомендуемая длительность одного сеанса – около 20 минут. Наступление сна ранее проговаривания всего цикла не является нарушением методики, а, напротив, считается положительным моментом.

Лицам с нарушениями сна были проведены обучающие занятия по использованию этого метода. Использование метода проводилось затем работниками в течение 1 месяца перед сном.

Через месяц этой группе работников было проведено повторное анкетирование по протоколу нарушений сна и Эпвортской шкале дневной сонливости.

Отмечено положительное действие методики аутогенной тренировки при нарушении сна. 13 человек из 19, что составило 68,4 %, после начала регулярного использования данного метода отметили улучшение сна, преимущественно облегчение засыпания. Оценка времени засыпания улучшилась с 2,1 (долгое засыпание) до 4,1 баллов (недолгое засыпание). Помимо этого, улучшилось качество сна, общая оценка увеличилась с 2,4 до 3,9 баллов, при этом уменьшилось количество ночных пробуждений.

Суммарная оценка сна увеличилась с 14,3 баллов, обозначающих нарушения сна, до 19,8 баллов (пограничные значения сна).

У 8 работников с исходно сокращенным временем ночного сна (в среднем 5,5 часов) отмечено увеличение продолжительности ночного сна на 1-1,25 часа.

Улучшение сна, достигнутое проведенными мероприятиями, сопровождалось улучшением общего самочувствия. Согласно Эпвортской шкале в группе работников с нарушением сна отмечено снижение дневной сонливости с исходных 9,3 баллов (высокая сонливость) до 7,1 балла (легкая сонливость).

#### Обсуждение и выводы

Сон является очень важным фактором физического здоровья человека, которое определяет его работоспособность. В сфере электротехнического производства высоки требования к сосредоточенности, концентрации внимания в ходе выполнения работ. Нарушения сна могут служить серьезным фактором снижения производительности труда и подверженности производственному травматизму.

В ходе проведенной работы выявлены нарушения сна у 28,3 % работников промышленного предприятия. Основным нарушением сна являлась инсомния - нарушение засыпания и поддержание достаточной глубины сна. В качестве основных причин нарушений сна названы различные стрессовые ситуации, напряженные жизненные ситуации, сменный характер работы. Важное значение имеют специфические городские факторы: шумовое загрязнение окружающей среды, высокий уровень ночной освещенности, повышенный ритм жизни. Совместное действие этих факторов вызывает перевозбуждение нервной системы, затрудняющее наступление и протекание нормального сна. С увеличением возраста нарушения сна увеличиваются. Применение лекарственных препаратов не может в полной мере решить эту проблему часто сопровождается развитием нежелательных реакций.

Мероприятия по улучшению гигиены сна создают необходимые условия для здорового сна. Аутогенная тренировка, проводимая перед сном, обладает способностью облегчать процесс засыпания. 68,4 % работников, использовавший этот метод в течение месяца, отметили улучшение сна.

Восстановление нервной системы в ходе нормального сна приводит к улучшению общего самочувствия, снижению дневной сонливости, повышению работоспособности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ИжГТУ имени М. Т. Калашникова в рамках научного проекта № ШРО/20-86-11 «Развитие региональной системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятиях Удмуртской Республики»

#### Литература

1. Кемстач В. В., Коростовцева Л. С., Алёхин А. Н. Клинико-психологические аспекты инсомнии // Вестник терапевта: сетевое издание. 2019. № 6 (42) — № 7 (43).

2. Лышова О. В., Лышов В. Ф., Пашков А. Н. Скрининговое исследование нарушений сна, дневной сонливости и синдрома апноэ во сне у студентов первого курса медицинского вуза // Медицинские новости. 2012. № 3: 77-80.
3. Ляшенко Е. А., Левин О. С. Расстройства сна в клинической практике // Современная терапия в психиатрии и неврологии. 2017. № 1: 22-28.
4. Севастьянов Б. В., Шадрин Р. О., Кубаев Р. В., Савкина С. А. Сравнительный анализ основных положений ГОСТ 12.0.004-2015 и ГОСТ 12.0.004-90 при организации обучения безопасности труда - Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова № 1/2018, г.Ижевск, изд-во ИжГТУ, 2018.С. 94-99. (BAK, DOI 10.22213/2413-1172-2018-1-94-98)
5. Якупов Э. Я. Нарушения сна как междисциплинарная проблема // Медицинский совет. 2016. № 1: 42-47
6. American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014.

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

A. P. Terekhov, A. V. Schalamova

## SLEEP DISORDERS AS FACTORS OF WORKING EFFICIENCY OF THE INDUSTRIAL WORKERS

The article presents the assessment of insomnia, daytime sleepiness of the industrial workers and the management of sleep disorders with the non-medicinal methods

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

УДК 541.13+11

А. М. Кобелев, Н. М. Барбин, Д. И. Терентьев, И. А. Зубарев, С. А. Титов

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ С РЕАКТОРАМИ ТИПА РБМК-1000 И ЭГП-6

В статье приводятся результаты компьютерного моделирования поведения урана при взаимодействии радиоактивного графита с водой. Данные условия могут быть созданы в следствие возникновения запроектной аварии на атомных электростанциях с реакторами типа РБМК-1000 и ЭГП-6. При помощи программы TERRA проведен термодинамический анализ в области температур от 373 до 3273 К с целью установления возможного состава газовой фазы. Установлено что уран при высоких температурах присутствует в виде парообразного диоксида урана, парообразного триоксида урана, ионизированного диоксида урана, ионизированного триоксида урана

Графит применяется в атомной энергетике как замедлитель, конструкционный материал активной зоны, а также в качестве вмещающей матрицы ядерного топлива. Уран-графитовые реакторы атомных электростанций являются потенциально опасным источником радиоактивного загрязненного графита. На 10 атомных электростанциях России в промышленной эксплуатации находятся 36 энергоблоков. Водо-водяные энергетические реакторы составляют 58 % от общего количества реакторов, уран-графитовые реакторы – 36 %, реакторы на быстрых нейтронах – 6 % [1].

Вероятность возникновения аварии по аналогии с Чернобыльской на современных атомных электростанциях достаточно мала. Современные атомные электростанции оснащены большим количеством систем безопасности (системы аварийной остановки реактора, система аварийного отвода тепла, защитная оболочка реактора, «Ловушка расплава» и др.). Однако полностью исключить возникновение аварии невозможно. В России до сих пор в эксплуатации находятся энергетические ядерные графито-водные реакторы на тепловых нейтронах. После аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в

конструкцию данного типа реактора были внесены изменения, но по мнению западных экспертов реакторы все еще не так безопасны [2].

Радиоактивный графит в процессе эксплуатации реактора накапливает различные радионуклиды, например сверхтяжелый водород, углерод-14, кобальт-57, кобальт-60, марганец-54, никель-59, никель-63, натрий-22, цезий-134, углерод-137, стронций-90, европий-152, церий-144, уран-238, уран-235, уран-236, плутоний-238, плутоний-239, америций-241, америций-243 и т. д. [3].

Периоды полураспада изотопов урана различны: например, для урана-238 –  $4,4 \cdot 10^9$  лет для урана-234 –  $2,4 \cdot 10^5$  лет, для урана-233 –  $1,5 \cdot 10^5$  лет, для урана-235 –  $7 \cdot 10^8$  лет, для урана-236 –  $2,3 \cdot 10^7$  лет [4].

Целью работы является определение возможного состава летучих химических соединений урана в результате возможной проектной аварии, связанной с разогревом реактора и попаданием воды на раскаленный графит.

Задача работы состоит в проведении компьютерного (термодинамического) анализа радиоактивного графита в парах воды, в котором содержаться радионуклиды урана.

Компьютерный анализ проводили при помощи программы TERRA. Параметры равновесного состояния рассматриваемой системы «графит – вода» задавались двумя параметрами: диапазон температур (373–3273 К, шаг температуры 100 К), давление (0,1 МПа). Состав начальной системы радиоактивный графит – пары воды, загружаемой в программу TERRA: газовая фаза (пары воды – 100 мас %), конденсированная фаза (углерод – 99,9 мас %, уран – 0,01 мас %, хлор – 0,0002 мас %, кальций – 0,001 мас % [5]).

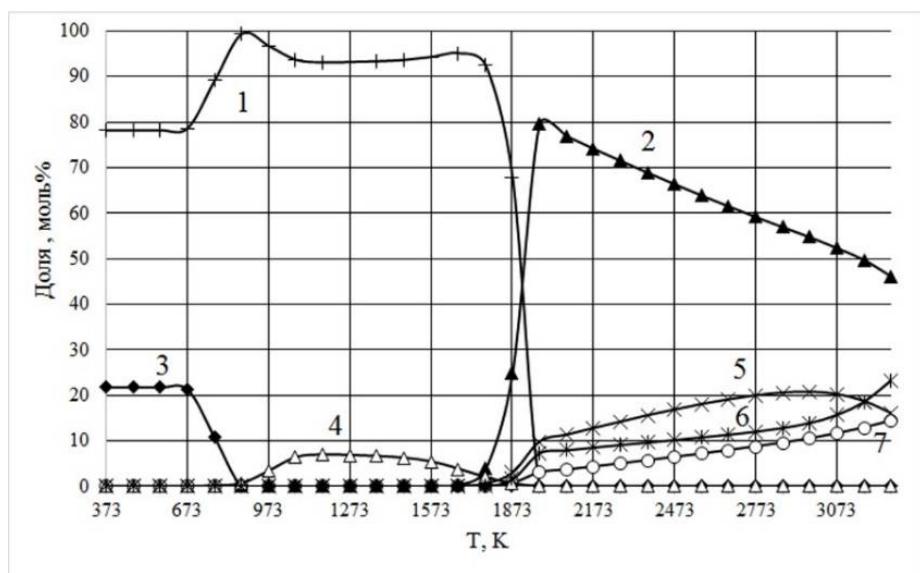
В таблице приведены возможные формы существования радионуклидов для системы радиоактивный графит – пары воды.

#### Возможные формы существования радионуклидов урана в системе радиоактивный графит – пары воды

Радионуклиды урана в реакторном графите	Варианты соединений урана в равновесной системе	
$^{233}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{235}\text{U}$ , $^{236}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	газовое состояние	$\text{UO}_2$ , $\text{UO}_3$ , $\text{U}$ , $\text{UO}$ , $\text{U}^+$ , $\text{UO}^+$ , $\text{UO}_2^+$ , $\text{UO}_2^-$ , $\text{UO}_3^-$
	конденсированное состояние	$\text{UO}_2$ , $\text{UO}_3$ , $\text{U}_3\text{O}_8$ , $\text{U}_4\text{O}_9$ , $\text{UOCl}$ , $\text{UO}_2\text{Cl}_2$ , $\text{CaUO}_4$

Распределение урана по фазам представлено на рисунке. В интервале температур от 373 до 673 К содержание конденсированного диоксида урана составляет ~78,6 мол %, конденсированного диоксида дихлорида урана составляет ~21,4 мол %. При температуре от 673 до 873 К содержание конденсированного диоксида урана увеличивается до ~99,3 мол %, конденсированного ураната кальция увеличивается до ~0,7 мол % и уменьшается содержание диоксида дихлорида урана до нуля. В диапазоне температур от 873 до 1173 К содержание конденсированного ураната кальция увеличивается до ~6,9 мол % и содержание конденсированного диоксида урана уменьшается до ~93,1 мол %. В области температур от 1173 до 1373 К содержание конденсированных ураната кальция и диоксида урана не изменяется. В интервале температур от 1373 до 1673 К конденсированный диоксид урана увеличивается до ~95,1 мол % и конденсированный уранат кальция уменьшается до ~4,9 мол %. В диапазоне температур от 1673 до 1973 К парообразный триоксид урана увеличивается до ~79,7 мол %, парообразный диоксид урана увеличивается до ~3,2 мол %, ионизированный диоксид урана увеличивается до ~7,3 мол %, ионизированный триоксид урана увеличивается до ~9,8 мол % и конденсированные уранат кальция, диоксид урана уменьшаются до нуля. В области температур от 1973 до 2973 К парообразный диоксид урана увеличивается до ~10,6 мол %, ионизированный диоксид урана увеличивается до ~13,9 мол %, ионизированный триоксид урана увеличивается до ~20,8 мол % и парообразный триоксид урана уменьшается

до ~54,7 мол %. При температуре от 2973 до 3273 К парообразный диоксид урана увеличивается до ~14,5 мол %, ионизированный диоксид урана увеличивается до ~23,4 мол % и парообразный триоксид урана уменьшается до ~46,2 мол %, ионизированный триоксид урана уменьшается до ~15,9 мол %.



Распределение соединений урана по фазам

По результатам работы определено, что содержащийся в радиоактивном графите в виде примесей уран начинает переходить в газовую фазу при температуре ~1673К (1400 °C). Установлено что уран при высоких температурах присутствует в виде парообразного диоксида урана, парообразного триоксида урана, ионизированного диоксида урана, ионизированного триоксида урана. Результаты проведенной работы следует учитывать при наступлении запроектных аварий на АЭС с ядерными реакторами РБМК-1000 и ЭГП-6.

#### Литература

1. Генерация электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 10 февраля 2020).
2. В России до сих пор работают 10 ядерных реакторов «чернобыльского типа». Безопасны ли они? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nlo-mir.ru/palnetazemla/10-jadernyh-reaktorov-chernobylskogo-tipa.html> (дата обращения: 12 марта 2020).
3. Yang, H.-C. Behavior of radioactive elements during thermal treatment of nuclear graphite waste. Thermodynamic model analysis / H.-C. Yang, H.-C. Eun, D.-G. Lee // Journal of Nuclear Science and Technology. – 2005. – Vol.42, № 10. – P. 869 – 876.
4. Вдовенко, В. М. Химия урана и трансурановых элементов [Текст] / В. М. Вдовенко. – Л. : Ленинградское отделение Издательства Академии наук СССР, 1960. – 700 с.
5. Барбин, Н.М. Термодинамическое моделирование термических процессов с участием актинидов (U, Am, Pu) при нагреве радиоактивного графита в парах воды / Н. М. Барбин, А. М. Кобелев, Д. И. Терентьев, С. Г. Алексеев // Радиохимия. – 2017. – Т.59. – № 5. – С.445 – 448.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

A. M. Kobelev, N. M. Barbin, D. I. Terent'ev, I. A. Zubarev, S. A. Titov

#### ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF A POSSIBLE BEYOND-DESIGN ACCIDENT AT NUCLEAR POWER PLANTS WITH RBMK-1000 AND EGP-6 REACTORS

The article presents the results of computer simulation of the behavior of uranium in the interaction of radioactive graphite with water. These conditions can be created due to the beyond design basis accident at nuclear power plants with RBMK-1000 and EGP-6 reactors. Using the TERRA program, a thermodynamic analysis was carried out in the temperature ranges from 373 to 3273 K in order to establish the possible composition of the gas phase. It has been established that uranium at high temperatures is present in the form of vaporous uranium dioxide, vaporous uranium trioxide, ionized uranium dioxide, ionized uranium trioxide

Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

УДК 616-001:658.382

З. А. Аврамов, Н. И. Тисалова, А. И. Сахибулина

## АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Стратегической целью современной России является экономическое и социальное развитие. Для достижения этой цели нужны фундаментальные изменения в экономике страны и в первую очередь её промышленности. Современная промышленная индустрия России совершенствуется и меняется на законодательном уровне. Вместе с изменением отрасли производства параллельно меняется и отрасль безопасности в производстве. В статье рассмотрена динамика травматизма за период 2010-2018 гг. и предложены профилактические мероприятия от шумового воздействия на работника

Прогрессирование научно-технического развития, связанного с внедрением в производство новейших технологий, делает жизнедеятельность населения более травмоопасной. Также стоит отметить, что внедрение новых технологий на производствах не всегда гарантирует его безопасность. Обращаясь к данным Росстата, Роструда, Роспотребнадзора и ФСС РФ, мы можем наблюдать невысокие темпы снижения производственного травматизма (рис. 1).

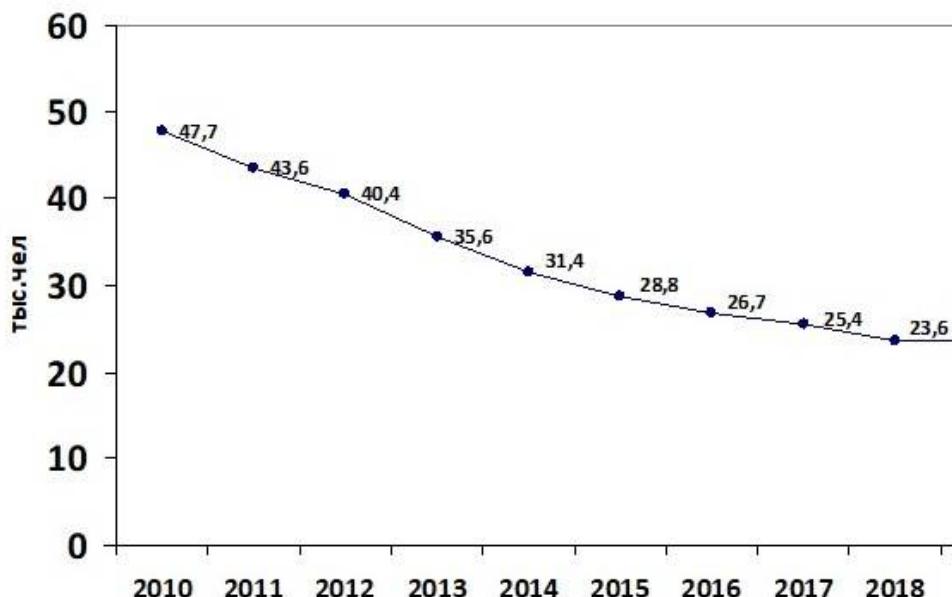


Рис. 1. Динамика производственного травматизма

Проведя анализ, отмечаем, что варьирование показателей выводит проблемы безопасности в ряд одних из приоритетных общегосударственных задач.

Индустриализация сопровождается увеличением совокупности непериодических звуков различной интенсивности и частоты. Анализируя статистические данные о факторах воздействия на работников в производственной среде стоит отметить, что шум является основной причиной возникновения профессиональных заболеваний и производственных травм (рис. 2). Следовательно, это требует внедрение новых методов защиты. Для

профилактики заболеваний следует в первую очередь прибегнуть к измерениям показателей шума профессиональным оборудованием, впоследствии чего повышать качество защиты слухового аппарата работников в их сфере деятельности.

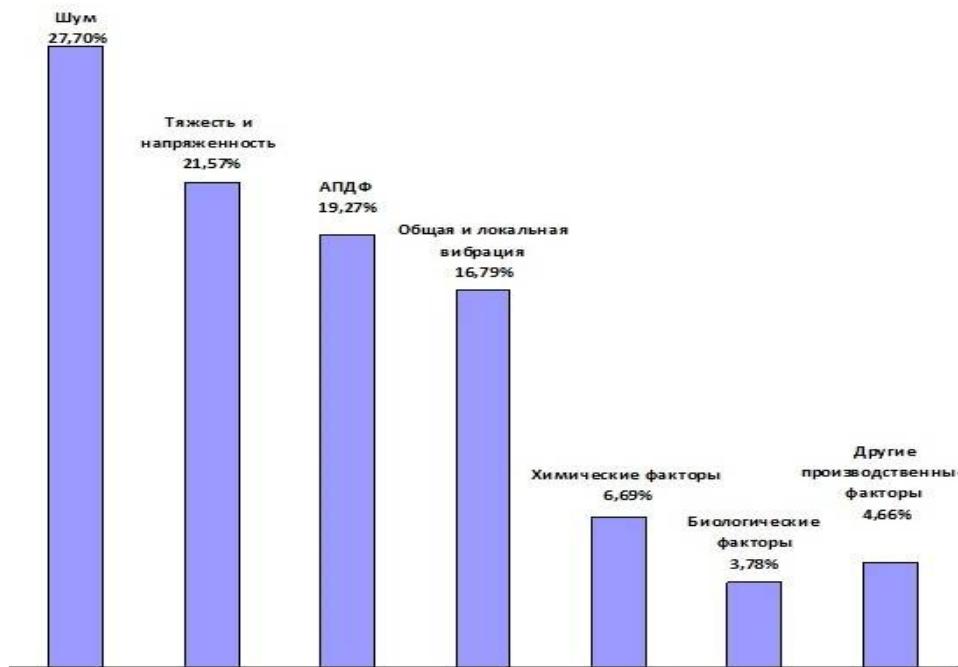


Рис. 2. Производственные факторы, влияющие на заболеваемости

В качестве объекта исследования мы взяли персональный шумомер-дозиметр SV-104 предназначенный для измерения воздействующего на человека шума на рабочем месте (рис. 3).

В настоящее время для измерения шума на производстве используют прибор, с которым человек ходит в течение всей рабочей смены. В конце смены прибор снимается подсоединяется к компьютеру, и вся информация загружается в программу с базой данных.

Прибор крепится непосредственно на плечо работника или на каске так чтобы микрофон находился рядом с ухом. Работник ходит с прибором в естественных для себя условиях ни на что не отвлекается, в то время как прибор записывает шумовую обстановку, происходящую вокруг него.

Раньше использовали переносные приборы, измерения которыми необходимо было проводить в конкретных точках, но минус таких измерений был в том, что непонятно появлялся ли человек в этих точках или нет, а если появлялся, то как долго он там находился, тем самым было много ошибок, связанных с этим.

Далее, с помощью программного обеспечения производится автоматический расчет воздействия шума. В случае превышения шума программа автоматически подбирает наушники для персональной защиты.



Рис. 3. Фотография прибора SV-104 с выставки БИОТ 2019

В процессе трудовой жизнедеятельности на работника влияют факторы производственной среды и рабочего процесса, которые могут оказаться неблагоприятное влияние на его здоровье. Не поддается сомнениям и тот факт, что полное исключение из производственной среды неблагоприятных факторов невозможно.

Это практически невозможно даже в тех производствах, где внедрены передовая технология процесса, современное оборудование и отличное медицинское обслуживание. Проблема борьбы с шумом в нынешнее время имеет большое значение во всех областях техносферы, особенно в машиностроении, транспорте и энергетике. Поэтому проблема с шумом во всех ее проявлениях была и остается актуальной.

В заключение хотелось бы сказать, что шум является недооцененной причиной профессиональной заболеваемости. Этой статьей хотелось бы отметить, что в трудовом процессе работника все производственные факторы действуют суммарно, поэтому нужно грамотно соблюдать профилактические рекомендации для работы и использовать все средства защиты от них.

#### Литература

1. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда".
2. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
3. Р 2.2.1766-03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003).
4. Аврамов З. А., Сакова Н. В. Анализ профессиональных рисков промышленного предприятия //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под. ред. С. В. Бачевского; сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникеевич. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 4-8.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Z. A. Avramov, N. I. Tisalova, A. I. Sahibulina

#### ANALYSIS OF INDUSTRIAL INJURIES

The strategic goal of modern Russia is economic and social development. To achieve this goal, fundamental changes are needed in the country's economy, and especially its industry. The modern industrial industry of Russia is improving and changing at the legislative level. Along with a change in the manufacturing industry, the manufacturing safety industry is changing in parallel. The article discusses the dynamics of injuries for the period 2010-2018 and preventive measures against noise exposure to the employee are proposed.

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

## **7. НРАВСТВЕННЫЕ, ЭТИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 331.4

Н. В. Сакова<sup>1</sup>, З. А. Аврамов<sup>2</sup>

### **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ**

Современное законодательство требует от работодателя создавать систему управления охраной труда, которая должна базироваться на анализе профессиональных рисков. В статье проведен анализ методов, рекомендованных для оценки рисков, разработаны рекомендации по их совершенствованию

В Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» установлены основные задачи повышения качества, жизни россиян, включая рост продолжительности здоровой жизни до 67 лет, устойчивый рост экономики и повышение производительности труда.

В постсоветский период в нашей стране наблюдается неблагоприятная ситуация с безопасностью человека на производстве, связанная с недопустимо высоким уровнем травматизма и заболеваемости, особенно среди мужского населения. Повышение продолжительности жизни в настоящее время тесно связано со снижением числа производственных травм случаев профессиональных заболеваний. И хотя в последние годы наметилась тенденция к снижению показателей травматизма и профзаболеваемости, их уровень в нашей стране существенно превышает аналогичные показатели развитых стран.

По данным статистики, причиной 67,8 % причин несчастных случаев на производстве является «человеческий фактор», связанный с низкой культурой безопасности труда, несоблюдением и игнорированием требований охраны труда. В связи с этим, снижение уровня производственного травматизма во многом связано с изменением подходов к вопросам охраны труда на предприятиях, к предупреждению несчастных случаев и изменением мышления работников и работодателей.

Одним из важнейших решений проблемы повышения безопасности труда является переход от реагирования на уже свершившиеся несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания к профилактике причин их возникновения.

Российское трудовое законодательство обязует работодателей создавать систему управления охраной труда (СУОТ) на предприятиях. Система управления охраной труда – это составная часть общей системы управления (менеджмента) предприятия, управляющая рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, присутствующими в деятельности организации. Профессиональный риск – это вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия опасных и (или) вредных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях [1].

В настоящее время СОУТ, как и другие системы менеджмента, используют риско-ориентированный подход. В основе создания СУОТ на предприятии лежит анализ профессиональных рисков. В ближайшее время предлагается ввести административные штрафы за не проведение анализа профессиональных рисков. Уже в настоящее время предприятия в ходе проверок Государственной инспекцией труда организаций получают предписания с требованием провести анализ профессиональных рисков. Планируемые изменения Трудового Кодекса свяжут результаты анализа риска с реализуемыми на предприятиях мероприятиями по охране труда.

Анализ профессиональных рисков включает этапы идентификации опасностей, оценки риска и управления рисками.

В настоящее время в Типовом положении о системе управления охраной труда [1] приведен примерный перечень опасностей производственной среды, что не создает

трудностей при идентификации опасностей. Часть из этих опасностей относятся к категории опасных или вредных производственных факторов, с которыми традиционно работают специалисты по охране труда. Однако, понятие опасностей в данном случае более широкое, включает в себя также факторы, связанные с окружением предприятия, деятельностью человека, опасными природными явлениями и т.д. Перечень опасностей связан с сырьем, материалами, технологией, используемым оборудованием, особенностями выполняемой работы.

Наиболее сложным в процессе анализа рисков является этап количественной оценки риска. В нашей стране отсутствуют нормативные документы, содержащие методы количественной оценки профессиональных рисков области охраны труда. Следуя общепринятым подходам в менеджменте, предприятие выбирает наиболее приемлемый и информативный для себя метод анализа. В настоящее время действует ГОСТ Р 12.0.010-2009, в котором представлены некоторые методы количественной оценки рисков в области охраны труда [2]. Проведем анализ применимости данных методов на практике.

Как известно, риск в общем случае рассчитывают как сумму произведений предполагаемых дискретных значений вреда здоровью и жизни работника величину вероятности их наступления [2]. Оценка риска включает расчет вероятности наступления неблагоприятного исхода и определение последствий выявленных опасных событий. Данные расчеты учитывают наличие и эффективность применяемых способов управления.

Риск может оцениваться прямыми и косвенными методами [2]. Прямые методы базируются на статистической информации по определенным показателям риска либо определяют показатели ущерба и вероятности их наступления. Косвенные методы оценки профессиональных рисков на рабочих местах используют критерии, описывающие отклонение реальных (контролируемых) условий (параметров) от нормативных значений имеющегося определенную связь со значениями рисков [3].

Прямые методы, основанные на статистических данных, опираются на обработку информации по следующим количественным и качественным показателям:

- коэффициент частоты травматизма;
- коэффициент частоты травматизма со смертельным исходом;
- коэффициент тяжести травматизма;
- индекс профессиональной заболеваемости;
- индекс травматизма;
- суммарный размер пособий по временной нетрудоспособности;
- число случаев стойкой утраты профессиональной трудоспособности;
- процент утраты профессиональной трудоспособности и т.д.

Однако, оценка риска на основе использования данных показателей приводит к необходимости сбора и анализа большого количества данных по показателям риска не только на данном предприятии, но и в соответствующей отрасли производства. Однако, на практике, перечисленные показатели риска не учитывают большого количества опасностей, присутствующих на рабочих местах, приводящих к ухудшению здоровья работников. Например, профессионально обусловленные заболевания не учитываются в данной статистике, либо опасности, приводящие к косциальному ущербу здоровья работников. Учитывая разнообразие производственных процессов, сырья, оборудования на различных предприятиях данный метод, с одной стороны приведет к существенному повышению трудоемкости проведения анализа риска, с другой стороны, может привести к недостаточно полному анализу опасностей конкретного предприятия. Для практического использования специалистами по охране труда этот метод не применим, с точки зрения авторов. Однако, выше перечисленные показатели могут использоваться при использовании других прямых методов.

При недостатке статистической информации по показателям рисков рекомендуется использовать экспертные методы расчета риска на основе оценки возможного ущерба и

вероятности наступления последствий. Данный метод достаточно прост в применении, и в настоящее время наиболее часто используется на практике. По рекомендациям [2] при определении риска на рабочем месте используются трехуровневые шкалы тяжести и вероятности наступления ущерба (табл. 1, 2).

Таблица 1

Шкала тяжести ущерба

Тяжесть ущерба	Весовой коэффициент	Описание ущерба
Малый	5	Пострадавшему человеку не требуется оказания медицинской помощи; в худшем случае 3-дневное отсутствие на работе
Средний	10	Пострадавшего доставляют в лечебную организацию или требуется ее посещение; отсутствие на работе до 30 дней; развитие хронического заболевания
Большой	15	Несчастный случай вызывает серьезное (неизлечимое) повреждение здоровья; требуется лечение в стационаре; отсутствие на работе более 30 дней; стойкая потеря трудоспособности или смерть

Таблица 2

Шкала вероятности ущерба

Вероятность	Весовой коэффициент	Описание вероятностей (частот) реализации опасностей и наступления ущерба
Низкая	1	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, не должны возникнуть за все время профессиональной деятельности работника
Средняя	3	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают лишь в определенные периоды профессиональной деятельности работника
Высокая	7	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают постоянно в течение всей профессиональной деятельности работника

При использовании данного метода для каждой опасности назначают весовой коэффициент тяжести, весовой коэффициент вероятности. На каждом рабочем месте определяется вероятность наступления ущерба при реализации каждой опасности и рассчитывают риск.

Этот метод имеет ряд преимуществ и недостатков. К преимуществам можно отнести простоту использования, отсутствие сложного математического аппарата для оценки рисков, низкую трудоемкость, возможность учета различных групп опасностей на рабочих местах. К недостаткам данного метода можно отнести отсутствие связи с особенностями организации труда и функционирования СУОТ на данном предприятии. В трехуровневой шкале достаточно сложно учесть уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости на конкретных рабочих местах. Примеры оценок риска для предприятия приведены в [4]. С точки зрения авторов, трехуровневая шкала и всегда дает точные оценки профессиональных рисков и не позволяет в дальнейшем эффективно планировать мероприятия по управлению рисками.

Для улучшения данного метода рекомендуется следующее:

– увеличить количество рангов в шкале оценок до 5-7, которые дают более подробное описание как последствий воздействия опасностей, так и вероятности. Пример расширенной шкалы оценки ущерба приведен в табл. 3;

– для идентифицированных опасностей, которые оцениваются при проведении специальной оценки условий труда, дополнительно связать шкалу с классом условий труда;

– при наличии на данном рабочем месте производственных травм и профессиональных заболеваний за последние 3-5 лет ввести дополнительные повышающие коэффициенты.

Таблица 3

**Расширенная шкала ущерба реализации опасности**

№ п/п	Последствия	Весовые коэффициенты
1	Смертельный исход	6
2	Стойкая потеря трудоспособности в результате действия неблагоприятных условий труда	5
3	Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение; Утрата трудоспособности более 30 дней, развитие хронического заболевания	4
4	Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение. Утрата трудоспособности более 3 и менее 30 дней	3
5	Мелкие травмы. Пострадавшему работнику не требуется оказания медицинской помощи; в худшем случае 3-дневное отсутствие на работе	2
6	Незначительно	1

При использовании косвенных методов оценки риска используют данные, имеющие непосредственную связь с рисками и полученные при сравнении фактических показателей опасностей с нормативными показателями (требованиями) [3]. В качестве таких характеристик используются классы условий труда, полученные при проведении специальной оценки условий труда, либо количество не выполненных на рабочем месте нормативных требований.

Преимущество данного метода состоит в том, что здесь риск оценивается на основе официальных данных оценки условий труда, имеющих правовой характер и признаваемых государственными надзорными органами. Среди недостатков данного метода можно отметить следующее:

– небольшой процент опасностей, присутствующих на рабочем месте, для которых определяется класс условий труда, что приводит к невозможности оценить все риски;

– при попытке учесть все нормативные требования к конкретной опасности резко возрастает трудоемкость в связи с необходимостью учета требований многочисленных нормативных документов.

Таким образом, в статье проведен анализ методов, рекомендуемых для проведения оценки профессиональных рисков. Рассмотрены преимущества, недостатки методов и возможность их использования на практике. В качестве рекомендаций при оценке рисков на практике можно отметить следующее:

– использование косвенных методов, учитывающих класс условий труда;

– для остальных групп опасностей применение экспертных методов с балльной оценкой тяжести ущерба и вероятности реализации опасности;

– учет данных по травматизму и профзаболеваемости на предприятии путем введения повышающих коэффициентов.

**Литература**

1. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда".

2. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

3. Р 2.2.1766-03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003).

4. Аврамов З. А., Сакова Н. В. Анализ профессиональных рисков промышленного предприятия //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С. В. Бачевского; сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 4-8.

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

N. V. Sakova<sup>1</sup>, Z. A. Avramov<sup>2</sup>

## ANALYSIS OF PROFESSIONAL RISK ASSESSMENT METHODS

Current legislation requires the employer to create a safety management system that should be based on an analysis of occupational risks. The article analyzes the methods recommended for risk assessment, develops recommendations for their improvement

<sup>1</sup>The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 167.7

Н. А. Ходикова

## ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ФИЛОСОФИИ ТЕХНИКИ

В статье рассматривается феномен технологического риска, возникающий в связи с развитием техники. Выявляется сложный характер технологического риска, выделяются его объективный и субъективный аспекты. Обосновывается необходимость комплексного трансдисциплинарного подхода к исследованию технологических рисков. Делается вывод о важном значении философского осмысливания проблематики оценки технологических рисков в рамках прикладной философии техники

Техника сопровождает человека на протяжении всей его истории. Одним из важнейших факторов выделения наших предков из животного мира стало изготовление ими орудий труда, которые были, по сути, первыми техническими артефактами. В аграрном обществе техника (орудия земледелия, ирригационные сооружения в засушливых регионах) является важным условием выживания. В дальнейшем техническое развитие ускоряется, и в 19 веке техника перестает развиваться параллельно и практически независимо от науки. Возникает явление научно-технического прогресса, состоящее в развитии техники на основе научных открытий и достижений. Благодаря бурному научно-техническому прогрессу техника в жизни общества выходит на первый план, с ней связаны надежды на защиту человека от опасностей, облегчение и повышение производительности труда, возможность быстро и легко путешествовать и вообще решение если не всех, то большинства проблем. В этот же период начинается и философское осмысливание техники, поскольку философия на протяжении всей своей истории интересуется теми явлениями, которые важны и актуальны для общества. Возникает новый раздел философии – философия техники. При этом интересно отметить, что подход к философскому осмысливанию техники почти сразу осуществлялся с двух сторон: как профессиональными философами, осознавшими важность феномена техники, так и представителями технического знания, инженерами, понимавшими необходимость всестороннего анализа техники в контексте человеческой культуры.

Соответственно, возникают два направления философии техники – инженерное и гуманитарное. К числу представителей инженерного направления относится основатель российской философии техники П. К. Энгельмайер, см. [1]. Энгельмайер, как и большинство мыслителей 19 века выражал идеи технического оптимизма, состоявшие в убеждении «в том, что технический прогресс автоматически ведет к социальному, культурному и в конечном счете – к моральному прогрессу» [2, с.136]. Однако уже в начале 20 века становится очевидна амбивалентность техники – техника имеет не только положительное значение, но и таит в себе многие угрозы. Так, о необходимости учитывать как возможности, предоставляемые развитием техники, так и связанные с этим опасности для человека и общества, в первой четверти 20 века писал Н. А. Бердяев, см., например, [3]. В дальнейшем это понимание углублялось и многократно подтверждалось – всестороннее проникновение техники во все сферы жизни человека и общества несет в себе ряд серьезных социальных, антропологических, психологических проблем; чем больше возможностей дает человеку техника, тем большей опасностью для человечества и для природы это сопровождается.

Вообще говоря, развитие техники изначально сопровождалось риском, и уменьшение этих рисков было одним из направлений инженерной деятельности. Однако к концу 20 века рост числа и масштаба случаев нежелательных последствий научно-технического прогресса (особенно это касается объектов как ядерной, так и прочих видов энергетики, химических производств, нефтегазовых комплексов и т.д.) вызвал необходимость особенно тщательного и всестороннего анализа технологических рисков.

Понятие технологического риска является сложным и неоднозначным, ему могут приписываться разные содержания не только в разных областях техники, но даже в рамках одной области. В самом общем смысле можно сказать, что технологический риск – это возможные негативные последствия того или иного акта научно-технического развития (будь то строительство электростанции, развитие химического производства, внедрение генной инженерии в производство продуктов и т.д.). Необходимость всесторонней оценки возможности наступления таких последствий подтверждается учащающимися техногенными катастрофами, связанными как с ошибками проектирования и природными катаклизмами, так и с нештатным использованием новой техники [4].

В то же время в феномене риска можно выделить объективный и субъективный аспекты. С объективной стороной риска имеют дело представители естественных наук, инженеры, математики, просчитывающие вероятность появления негативных последствий технологического развития. Субъективный аспект риска или «ощущение» риска, состоящий в тревожном, негативном отношении тех или иных социальных групп к затрагивающим их интересы технологическим решениям, зачастую игнорируется, считается чем-то нереальным и непредсказуемым. Представляется, что такой односторонний подход к оценке рисков в современных условиях является неадекватным. В силу коллективного и кумулятивного эффектов ощущаемые риски могут становиться источником серьезных социальных и экономических кризисов. Таким образом, ощущаемые риски являются реальным и сложным явлением, требующим детального изучения со стороны специалистов-гуманитариев: психологов, социологов, юристов, философов. Кроме того, и объективная сторона понятия риска не сводится исключительно к технико-математическим аспектам. Объективный риск предполагает сознательное принятие и допущение со стороны некоего лица (человека, группы или общества в целом) определенной вероятности наступления негативных последствий принятого решения. В связи с этим возникает ряд этических проблем: выбор между принятием и непринятием решения как выбор приоритета между будущим и настоящим; распределение ответственности за принятие решений, которая в современных условиях зачастую оказывается вовсе не персонифицированной; противоречие между индивидуальным осознанием морального долга и корпоративными или государственным долгом, и многие другие.

Сложность феномена технологического риска с одной стороны, и его актуальность в современных условиях – с другой, привели к необходимости привлечения к его изучению широкого круга исследователей. Если раньше вопрос о рисках рассматривался в основном в рамках математических теорий принятия решений, применяемой в сфере экономического страхования рисков, то сегодня эта проблематика вышла на междисциплинарный уровень. Комплексное понимание и разработка методов оценки технологических рисков сегодня, видимо, требуют как математических, технических, естественнонаучных подходов, так и учета социологических, психологических, экономических, культурно-антропологических и философских аспектов этой проблемы. «Социальные последствия как внедрения новой техники и технологии, так и эксплуатации старой требуют просчета рисков и разработки превентивных мер, предусматривающих не только штатные, но и нештатные ситуации. Проблема оценки риска внедрения новых технологий стала центральной в рамках нового направления прикладной философии техники... – социальной оценки техники в связи с развитием систем раннего предупреждения, например, об опасности радиоактивного или химического заражения окружающей среды...» [4]. Социальный аспект оценки технологических рисков состоит в том, что отношение к социальному последствиям технологических решений зависит от социально-политического контекста, от общественного мировоззрения. Не менее существенным является этический аспект, связанный с морально-этическими установками ученых, инженеров, разработчиков новой техники и технологий, их пониманием своей ответственности, как перед современниками, так и перед последующими поколениями [5, с.18-20].

Итак, на этапе принятия решения о внедрении любой технической инновации необходимо произвести всесторонний анализ возникающих в связи с этим внедрением рисков. Проблема является очень сложной и практически не может быть решена однозначно, поскольку всегда связана с вероятностью, неопределенностью будущих событий, аддитивным эффектом возможных последствий (наложение их друг на друга, взаимное влияние) и даже во многом с субъективностью восприятия действительности познающим субъектом.

Следует отметить, что амбивалентность техники находит свое отражение и в феномене технологического риска. С одной стороны, причиной самогосуществования технологических рисков является появление и развитие всевозможных технических объектов: атомных реакторов различного назначения, нефтегазовых комплексов, химических и биотехнологических комплексов, объектов энергетики, металлургических комплексов, транспортных сетей, газо- и нефтепроводов, горнодобывающих комплексов, крупных объектов гражданского и промышленного строительства и огромного множества других инженерных сооружений. С другой стороны, технические инновации могут как вызывать увеличение рисков, так и помогать их уменьшению, например, в случае разработки различных технических средств безопасности.

Как отмечается в [4], сегодня проблематика оценки технологических рисков стала одной из самых важных проблем не только многих научных и технических дисциплин, но и современного общества в целом. А это означает, что данная область исследований необходимо должно анализировать весь комплекс факторов: человеческих, политических, социальных. Социальная оценка техники как прикладное направление философии техники включает в себя философское осмысление проблемы оценки технологических рисков, синтезирующее выводы всех конкретнонаучных исследований в этой области.

## Литература

1. Энгельмайер П. К. Технический итог XIX века. – М.: 1898.
2. Горохов В. Г. Каждая инновация имеет социальный характер / Высшее образование в России. 2011. № 5. С. 135-145.

3. Бердяев Н. А. Человек и машина (проблема социологии и метафизики техники) / Вопросы философии. 1989. № 2. С. 147-162.
4. Горохов В. Г. Проблема принятия решений в условиях технологических рисков в современном глобальном обществе / Электронное научное издание Альманах Пространство и время. 2015. Т 9. Вып.2: Пространство и время принятия решений [Электронный ресурс]. Стационарный сетевой адрес:2227-9490e-aprov\_r\_e-ast9-2.2015.42.
5. Горохов В. Г. От Чернобыля до Фукусимы: технологические риски как социальная и этическая проблема / Философские науки. № 8. 2011. С. 16-27.

Академия государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия

N. A. Khodikova

## TECHNOLOGY RISK ASSESSMENT AS A NEW DIRECTION OF APPLIED PHILOSOPHY OF ENGINEERING

The article deals with the phenomenon of technological risk arising in connection with the development of technology. The complex nature of technological risk is revealed, its objective and subjective aspects are highlighted. The necessity of a comprehensive transdisciplinary approach to the study of technological risks is justified. The conclusion is made about the importance of philosophical understanding of the problems of technological risk assessment in the framework of applied philosophy of technology

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

УДК 331.45

C. B. Fedotov

## ВЫВОДЫ ЭКСПЕРТНОГО АНАЛИЗА СОВРЕМЕННЫХ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ОБЪЕКТАХ ИСКУССТВА

Установленные требования ранее разработанных правил охраны труда требуют обновления. Новые нормы должны отвечать современным требованиям защиты от новых опасностей технических средств и новых театральных технологий. Важнейшую роль играет анализ экспертных опросов специалистов-практиков театров, цирков и других объектов зрелищного искусства

Сложность формирования российской нормативной правовой базы в области охраны труда подтверждается длительностью процесса разработки базовых нормативных документов. Только в 2002 г. стал действовать Трудовой кодекс Российской Федерации [8], взамен действовавшего с 1971 г. КЗОТ РСФСР [1].

В области безопасности труда на объектах искусств вдохновляются Правила охраны труда в театрах и концертных залах, принятые в 1998 г. [2], Правила об охране труда работников цирка, принятые в 1929 г. [5], Правила техники безопасности и производственной санитарии в цирковых предприятиях «ПТБ Цирк-77», разработанные в 1994 г. [7]. Для замены этих документов, согласно порядка установленного Правительством Российской Федерации [3], Минтруда России к 2018 г. был разработан и представлен на единый проект для театров, концертных залов, цирков и зоопарков [4]. Но в 2018 г. принятие этого документа не состоялось. К октябрю 2019 г. был подготовлен иный проект документа, с еще более широким указанием объектов защиты – «Правил по охране труда при выполнении работ в театрах, концертных залах, цирках, зоопарках и океанариумах» [6]. До 6 ноября 2019 г. состоялось официальное обсуждение последнего проекта, но до сих пор документ не вступил в силу, а специалисты продолжают его общественное обсуждение.

Данная статья отражает результаты профессионального анализа театральных деятелей режиссерских и театроведческих специальностей, выступивших в качестве экспертов проектов.

1. Проекты за 2018 г. и 2019 г. стали почти в два раза меньше документа 1998 г. и 1977 г. года, хотя театры и цирки развиваются с расширением видов оборудования, что должно отражаться в более широком регулировании сводами правил.

2. В действующих документах и проектах не отражено, что в случаях пожара начинается паника и обычно падение стульев. Лучшим решением будет оборудование откидных сидений (строфонтен), обеспечивающие самооткидывание.

3. Сейчас разрешается применять в спектакле, концерте подлинное и бутафорское огнестрельное оружие: ружья, револьверы, пистолеты и т.п. В случае с огнестрельным оружием необходимо пояснить в пункте характеристики, благодаря которым можно отнести предмет к первому или второму типу. Подлинные шпаги, а также другие бутафорские оружия опасны даже на репетициях. Плюс в том, что большинство изготавливаются без острых концом и лезвий.

4. В современных цирковых учебных заведениях могут приниматься подростки не моложе 11 лет, имеющие необходимые физические данные. Прием подростков для индивидуального профессионального обучения или участия в цирковых номерах допускается только с письменного согласия ЦК профсоюза работников культуры. Это следует убрать. Даже если родители циркачи или работают в цирке, такое возможно с их письменного разрешения, но не моложе 14-16 лет. Ведь на репетициях и самих выступлениях часто бывают травмы, а так же летальные исходы.

5. Сегодня применение осветительных приборов, имеющих температуру корпусов более 150°C и ручек управления более 45 °C запрещается. Видимо порог допустимой температуры корпуса должен быть значительно ниже, так как срочный демонтаж или любое техническое вмешательство, требующее контакта с нагретой поверхностью, будет невозможно при этой температуре.

6. Проекты не регулируют эвакуацию и не защищают от таких опасностей, как землетрясения и других природных стихий. В случаях исторических театральных сооружений, спроектированных задолго до существования нынешнего перечня требований, эвакуация из бельэтажа с количеством мест более 100 и наличием не более двух выходов невозможна в указанный временной промежуток ввиду особенностей проектирования дверных проемов.

7. Архитектурные сооружения театров и цирков более ранних эпох не всегда могут соответствовать современным требованиям безопасности. При этом реконструкция без потери изначального облика здания не всегда представляется возможной.

8. В редакции правил 1998 г. года несколько страниц занимает список ответственности по должностям – от работодателя до инженера сцены – с чётким перечнем зоны обязанностей каждого. А в проекте 2018 г. вся ответственность прописана только работодателю. С этой точки зрения проект разработан не детально. В отличие от Правил по охране труда 1998 года, в проекте 2018 года, подробно не регламентированы обязанности лиц, ответственных за охрану труда (заведующего художественно-постановочной частью, главного режиссера, заведующий производственными мастерскими т.д.), отсутствует информация по проведению инструктажа и обучению охране труда, более поверхностно, чем в Правилах 1998 года, прописана имущественная безопасность.

9. Ни в одном документе не указаны правила посещения театров людей с ограниченными возможностями. В сегодняшнее время в связи с развитием программы «Доступная среда» в нормативные документы необходимо внести пункты, регламентирующие нахождение данных групп граждан на территории театров и эксплуатации оборудования, необходимого для беспрепятственного их прохода и нахождения при проведении мероприятий.

10. Пункт 277 (работа с осветительными приборами) проекта 2018 г. для театров, концертных залов, цирков и зоопарков не охватывает все крепления для фонарей, на которых возможна работа человека – а значит, не обеспечивает должную безопасность. Пункты проекта 45 (оборудование на колосниках), 131 (многоканатный барабан), 249 (сборно-разборные станки) и 278 (проведение полетов) выполнены расплывчато, без конкретики. В пунктах 50/51, 137/138, 149 указаны либо противоречивые данные, которые не позволяют работы без нарушений, либо применены несуществующие термины. Пункты 48 (блоки сценических подъемов), 61 (настилы полов), 128 (ручной аварийный привод), 130 (беспротивовесные подъемы) ставят под сомнение законность работы большинства сценических площадок и домов культуры.

11. В документах отсутствует отдельное внимание посещению театра совсем юным зрителем. Сегодня не только в репертуаре ТЮЗа можно встретить спектакли для детей. Почти каждый театр, концертный зал и item более цирк, старается предложить что-то маленькому зрителю, популярность набирают так называемые «Первые театры» и «Первые спектакли». К сожалению, впечатление от посещения театра может быть испорчено из-за отсутствия специального оснащения туалетных комнат (подставок под раковину, накладок на унитазы и т.д.).

12. Необходимо предусмотреть внедрение систем кондиционирования помещений артистически уборных, с целью более комфортного пребывания в них артистов.

13. Применение в проекте 2018 г. термина «многоканальный барабан» не разъясняется и не понятен. Например, является ли лебёдка с пустотельным валом или карданной связью это многоканальным барабаном? Разъяснение необходимо и термину «циркульный занавес».

14. Широкое внедрение компьютерной техники для обеспечения проведения мероприятий, связки обслуживания и прочее привело к необходимости отразить данный вид деятельности в Правилах. Необходимо внести пункт об организации серверной комнаты в театре (места хранения и организации данных компьютерной сети).

15. Если считать слишком затратным и нецелесообразным иметь в штате театра пункт дежурного врача, то в театре обязательно должны находиться ответственные лица (сотрудники театра), способные оказать первую помощь пострадавшему до приезда скорой помощи, также в их распоряжении должна находиться аптечка. Со стороны зрительской части это может быть сотрудник отдела по работе со зрителем, со стороны сценической части: помреж, актер или заведующий труппой.

Согласно проекту время приезда скорой медицинской помощи (СМП - 8 минут. Но, если у пострадавшего ранение сонной артерии, инфаркт с отеком легких и/или клиническая смерть, то здесь любая минута становится ценна. При клинической смерти у мозга запаса питания нейронов на 5-7 минут, далее следуют необратимые деформации. Оказавшийся рядом медработник повысит шансы человека на выживание, начав реанимационные мероприятия. Кроме того, не на все ситуации стоит вызывать СМП. Нетяжелые осложнения хронических заболеваний, легкие травмы и т.п. не требуют врача-реаниматолога. Дежурный врач в театре потенциально разгрузит СМП, чья бригада, к примеру, быстрей доедет до задыхающегося ребенка.

16. В проектах внимание больше уделено не здоровью и сохранности актёров на площадке, а техническим вопросам. Некоторые пункты невозможно воплотить в жизнь, так как для этого нет необходимых технологий. Правила безопасности артиста на сцене практически не прописаны вообще, хотя в своде правил за 1998 г. этому уделено должное внимание.

Общий вывод:

В проектах 2018 г. и 2019 г. не охватывается все поле деятельности работника, либо размыты формулировки, либо получается невозможность функционирования театра без очень серьезной реконструкции. Большая «дотошность» правил 1998 г. была не излишня. Но,

когда речь идёт о человеческой безопасности, возможные ограничения отходят на второй план. Так надо уточнять проекты новых документов.

#### Литература

1. Кодекс законов о труде (КЗОТ РСФСР): закон РСФСР от 9 декабря 1971 г. [Текст] // Ведомости Верховного Совета РСФСР. – 1971. - № 50. – ст. 1007.
2. Об утверждении и введении в действие правил охраны труда в театрах и концертных залах: приказ Минкультуры России от 6 января 1998 г. № 2[Электронный ресурс] // Сайт «ГАРАНТ.РУ» ООО НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». - URL: <https://base.garant.ru/6195106/> (Дата обращения - 10.03.2020).
3. Об утверждении Положения о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда: пост. Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 1160 [Текст] // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2011. - № 2. - ст. 342.
4. Об утверждении Правил по охране труда при выполнении работ в театрах, концертных залах, цирках и зоопарках: проект приказа Минтруда России, подготовленный 3 апреля 2018 г. [Электронный ресурс] // Сайт «ГАРАНТ.РУ» ООО НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56648649/> (Дата обращения - 10.03.2020).
5. Правила об охране труда работников цирка: обязательное постановление Наркомата труда СССР от 5 июля 1929 г. № 215 [Электронный ресурс] // Сайт «ГАРАНТ.РУ» ООО НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». - URL: <https://base.garant.ru/70518744/> (Дата обращения - 10.03.2020).
6. Правил по охране труда при выполнении работ в театрах, концертных залах, цирках, зоопарках и океанариумах: проект приказа Минтруда России, подготовленный 17 октября 2019 г. [Электронный ресурс] // Сайт Торгово-промышленной палаты Российской Федерации. - URL: <https://tpprf.ru/tu/interaction/monitor/245222/> (Дата обращения - 10.03.2020).
7. Правила техники безопасности и производственной санитарии в цирковых предприятиях «ПТБ Цирк-77»: утв. Минкультуры СССР 19 сентября 1974 года [Электронный ресурс] // Сайт «ГАРАНТ.РУ» ООО НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=29452#010082745397877058> (Дата обращения - 10.03.2020).
8. Трудовой кодекс Российской Федерации: федер. закон от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ [Текст] // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2002. - № 1 (часть I). - ст. 3.

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия

S. B. Fedotov

#### CONCLUSIONS OF EXPERT ANALYSIS OF MODERN LABOR SAFETY STANDARDS AT ART OBJECTS

The established requirements of previously developed labor protection rules require updating. The new standards must meet the modern requirements of protection against new dangers of technical means and new theatrical technologies. An important role is played by the analysis of expert surveys of practitioners of theaters, circuses and other objects of entertainment art

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

УДК 005.963.5

Д. В. Менжулина

#### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР РАБОТНИКОВ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье рассмотрена необходимость профессионального отбора кадров, а также необходимые этапы отбора и их значимость, как элементы системы управления охраной и обеспечения безопасности труда

В процессе механизации, введения новейших технологий в производство возникает проблема подбора квалифицированного оператора, с помощью которого можно обеспечить

безопасность производственного процесса и непрерывность его функционирования. Человеческий фактор является основной причиной возникновения техногенных аварий на производстве. Работник выполняет ошибочные действия, расценивая их как правильные. Проблема подбора профессиональных кадров всегда будет актуальной, так как с постоянным развитием технологий изменяются требования к работникам на современных предприятиях [1, 2].

Необходимо обеспечить соответствие предъявляемых требований физическим и психологическим свойствам человека, с учетом особенностей необходимых для выполнения работы операций. Важным элементом в системе подбора является обеспечение обучения кандидата и своевременное повышение квалификации, улучшении профессиональных качеств. Наиболее оптимальный и эффективный метод профессионального отбора работников на современных предприятиях – это объективная оценка их возможностей и способностей в процессе выполнения трудовой деятельности в специализированной области [3]. Для отбора кадров глава организации предъявляет определенные требования, критерии, по которым будут оцениваться потенциальные работники. Критерии могут определяться следующими показателями:

- возраст;
- пол;
- образование;
- интеллектуальные навыки (знание иностранных языков, свободное пользование ПК);
- опыт и стаж работы в специализированной области;
- объем, вид и скорость переработки информации;
- физическое и психологическое состояние здоровья работника и др.

Процесс отбора кадров – это сложная, системная, многоэтапная операция, которая в будущем сможет обеспечить наиболее безопасное функционирование технического комплекса. Значимость человеческого ресурса, а точнее его интеллектуального потенциала, позволяет предприятию повышать конкурентоспособность. Персонал с высоким уровнем знаний и соответствующей квалификацией по-прежнему остается незаменимым ресурсом предприятия и его движущей силой [4, 5].

Сложный системный, многоэтапный подход обусловлен степенью ответственности, возлагаемой на сотрудника при выполнении его обязанностей. Важно учитывать условия труда, показатели производственной среды и трудового процесса (таких как микроклимат, шум и т.д.), наличие вредных и (или) опасных производственных факторов, а также режимы труда и отдыха при выполнении определенных производственных функций, продолжительность рабочей смены и длительность технических перерывов. Оптимальные условия труда позволяют повысить эффективность деятельности сотрудника, следовательно, повысить его концентрацию на работе и снизить риск возникновения опасности.

Необходимо отметить, что согласно статистике основной причиной любых происшествий в системе «человек – производственная среда» является человеческий фактор. Под ним понимают возможность совершения ошибочных действий при недостатке квалификации, компетентности, информации, времени на принятие решения и т.д. В связи с этим важным является вопрос оценки влияния данных факторов на потенциальных кандидатов на стадии профессионального отбора.

Основные этапы отбора кадров можно представлены в виде схемы.



Рис. 1. Процесс отбора и подбора персонала

Вся представленная система поясняет главную цель этапов – достижение максимальной эффективности функционирования каждого элемента (подсистемы), в которой одним из звеньев является человек, который исполняет определенные функции. Минимизация опасностей отказов в системе «человек – производственная среда» обеспечивается только при качественном профессиональном отборе. Это позволит свести к минимуму вероятность возникновения негативного влияния на человека и окружающую среду, в том числе и при использовании автоматизированного оборудования [6]. Существует два источника для привлечения кадров на предприятие. Их подразделяют на внешние и внутренние. Они представлены на схемах 2 и 3.

## Внешние источники привлечения кадров



Рис. 2. Внешние источники привлечения кадров

## Внутренние источники привлечения кадров



Рис. 3. Внешние источники привлечения кадров

Далее определяют методы отбора персонала. К традиционным методам относятся анкетирование, представление резюме, собеседование, тестирование. К нетрадиционным отбор по компетенциям, стрессовое интервью, головоломки.

В современных условиях безопасность и производительность труда зависит от профессионального отбора работников и от условий труда. Эти параметры являются важнейшими составляющими обеспечения безопасности труда, с учетом рационального режима труда и отдыха, с введением новых технологий, современного медицинского обслуживания, позволяющего снизить уровень профессиональных заболеваний [7].

Основу отбора кадров определяют требования, предъявляемые к физическим, интеллектуальным и психофизиологическим способностям человека. Поэтому сотрудник обязан проходить при приеме на работу – предварительный медосмотр, а в процессе трудовой деятельности – периодический.

Определяя профессиональную пригодность, следует учитывать следующие свойства работника:

- индивидуальные особенности человека;
- соответствие уровня подготовки и профессионального опыта.

Основными направлениями профессионального отбора кадров являются:

- повышение эффективности функционирования технических систем;
- повышение успешности профессиональной деятельности;
- профилактика травматизма и профессиональных заболеваний.

Вся сложная, многоступенчатая система отбора профессиональных кадров позволяет выбрать кандидата, наиболее подходящего для выполнения требуемых функций. Качественная подготовка специалистов, правильное обучение работников позволяют существенно снизить производственный травматизм и профессиональную заболеваемость.

Все эти мероприятия позволяют снизить риск возникновения отказа системы «человек – машина» и создадут безопасные условия для эффективного функционирования предприятия [8, 9].

В Белгородском государственном технологическом университете имени В. Г. Шухова разрабатываются системы оценки квалификации персонала. Данные системы представляют собой информационно-аналитические экспертные системы, включающие в себя модули тестирования работников, модули оценки психоэмоционального состояния работника, которые помогут работодателям повысить уровень охраны труда и безопасности труда.

*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В. Г. Шухова.*

#### Литература

1. Климова Е. В., Калатози В. В., Лубенская О. Н. Инновационный подход к подготовке специалистов в области охраны труда // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2013. № 4 С. 205 – 208.
2. Кондакова О. Ю., Климова Е. В. Кадровое обеспечение охраны труда в организациях в современных условиях / Содействие профессиональному становлению личности и трудуоустройству молодых специалистов в современных условиях // Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. Белгород, 2013. С. 295-299.
3. Барчан Н. Н. Эффективность набора и подбора персонала: системный аспект / Н. Н. Барчан // Образовательная среда сегодня и завтра. Сборник научных трудов X Всероссийской научно-практической конференции под общей редакцией Г.Г. Бубнова, Е.В. Плужника, В.И. Солдаткина. М., 2015. С.177-180.
4. Демина Н. В. Сущность и содержание отбора персонала как функции кадрового менеджмента // Научные проблемы гуманитарных исследований2014. № 12. С. 60-72.
5. Пермяков А. В. Критерии отбора персонала // Молодежь и наука. 2017. № 4.1. С. 134.
6. Котлячков О. В. Совершенствование системы найма персонала / О.В. Котлячков // Фотинские чтения. 2017. № 2 (8). С. 90-95.
7. Чернов А. В. Совершенствование методов отбора персонала // Молодежь и наука. 2017. № 6. С. 50.
8. Климова Е. В. Проблемы профессиональной подготовки специалистов по охране труда / Содействие профессиональному становлению личности и трудуоустройству молодых специалистов в современных условиях. Сборник материалов VII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Великой Победы. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2015. С. 212-216.

9. Климова Е. В. Перспективы дистанционного обучения по охране труда/ Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях. Сборник материалов VIII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Регионального научно-методического центра профессиональной адаптации и трудоустройства специалистов: в 2 частях. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2016. С. 238-242.

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

D. V. Menzhulina

## PROFESSIONAL SELECTION OF EMPLOYEES AT MODERN ENTERPRISES. PRINCIPLES OF SELECTION FOR THE SAFE FUNCTIONING OF TECHNICAL SYSTEMS

The article considers the need for professional selection of personnel. The stages of selection and their importance, as part of a set of preventive measures to ensure occupational safety

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

УДК 331.452

М. С. Некрасова, П. С. Куприенко

## ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОБОРУДОВАНИЕ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

В статье рассматривается проблема человеческого фактора как основной причины аварийности и несчастных случаев на опасных производственных объектах, использующих оборудование, работающее под избыточным давлением. Рассмотрена динамика аварийности и смертельного травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением за 2013-2017 гг. Проведен анализ профессий работников, с которыми происходили несчастные случаи

Основной причиной аварий и травматизма на опасных производственных объектах (ОПО) предприятий является человеческий фактор. Этот факт определяет актуальность представленной работы. Во время анализа были рассмотрены статистические методы и данные литературных источников. Рассмотрена динамика аварий и смертельного травматизма при использовании в работе оборудования под давлением. Проведен анализ профессий работников, с которыми происходили несчастные случаи, который показал, что абсолютное большинство случаев произошли с работниками рабочих специальностей, среди них подавляющее большинство – с работниками, связанными с нарушениями трудовой и производственной дисциплины [1].

Уровень промышленной безопасности и охраны труда (ПБ и ОТ) в организациях использующих сосуды под давлением, на предприятиях находится на удовлетворительном уровне.

Однако, ситуации, во время которых работникам причиняется вред здоровью (травмы, профзаболевания или гибель) при возникновении аварий или несчастных случаев на предприятиях, нередки, следовательно, вопросы производственной безопасности имеют большое значение.

Большая часть опасностей на ОПО происходит с помощью воздействия или самого человека, взаимосвязанная с его поведением, возможностями организма и психофизиологическими особенностями. Причины большинства аварий и производственного травматизма связаны с нарушением и незнанием правил ПБ и ОТ,

должностных и рабочих инструкций, пониженнной организацией производства, т.е. человеческим фактором.

Главной целью является раскрытие понятия «человеческий фактор» и определение его роли в системе управления ПБ и ОТ на ОПО, на которых работает оборудование под избыточным давлением.

Человеческим фактором является принятие человеком решений с нелогическим рассуждением, нарушающего законы и правила логики в определенных ситуациях.

Существует несколько уровней причин возникновения опасных ситуаций и производственного травматизма, связанных с человеческим фактором:

- индивидуум: психофизиологические характеристики организма, которые были получено врожденно и приобретены в течение жизни работника.

- ближней среды: неудовлетворительные условия труда, взаимоотношения с коллегами, материальные и жилищные заботы.

- общества: частичное отсутствие информации о профессиональных рисках и их последствиях [2, 3].

На рис. 1 и 2 показано, что на протяжении 2013-2017 годов на ОПО, поднадзорных Ростехнадзору, в Российской Федерации произошло 34 происшествия [4].

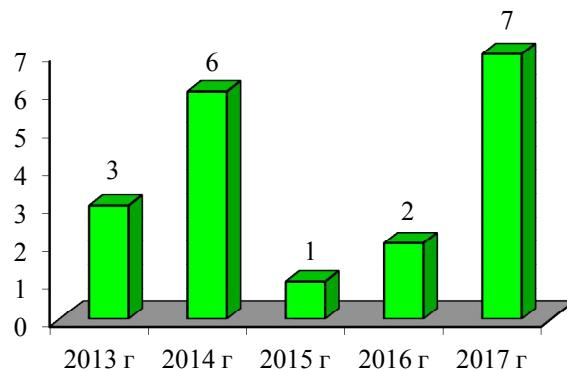


Рис. 1. Количество произошедших аварий при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением

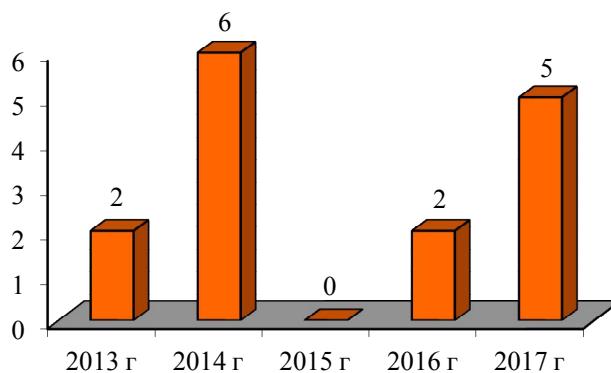


Рис. 2. Количество несчастных случаев, повлекших смертельные исходы при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением

На рис. 3 показано, что на протяжении пяти лет 42 человека получили травмы из-за

аварийных ситуаций и (или) несчастных случаев, из них:

- 36 работников – рабочих предприятий, обслуживающего технические устройства;
- 3 работника – руководители или специалисты;
- 2 работника, не связанные с эксплуатацией технического устройства, работающего под избыточным давлением, на предприятиях, являющимися владельцем ОПО;
- 1 человек - работник подрядной организации [4].

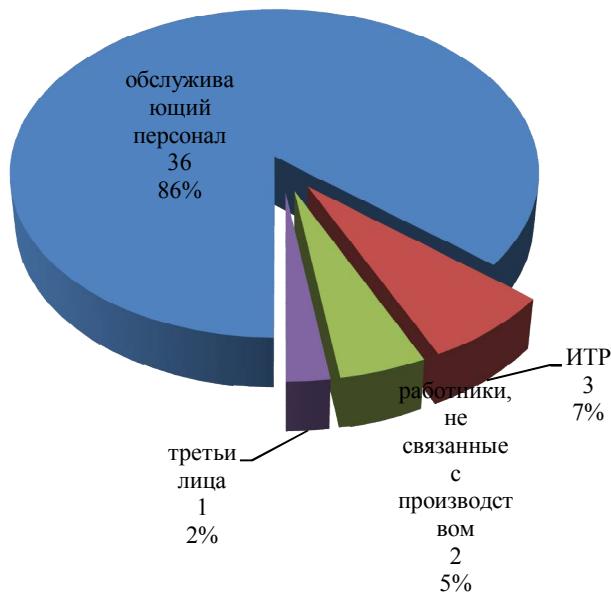


Рис. 3. Работники, пострадавшие в результате аварий и (или) несчастных случаев в 2013-2017 гг.

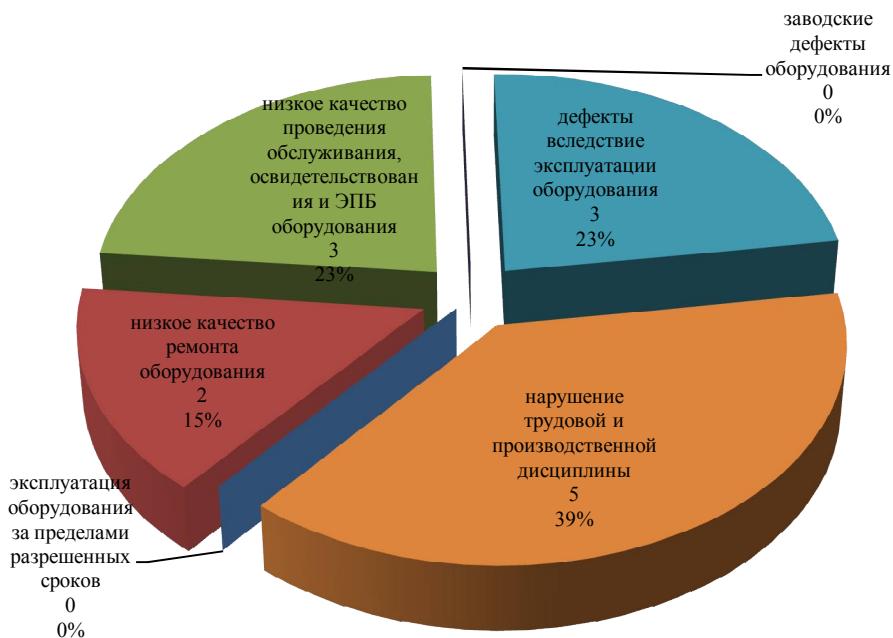


Рис. 4. Основные причины возникновения аварий и несчастных случаев в 2017 г.

Из анализа следует, что в большинстве случаев сами работники проявляют элементарную халатность. Так же в более чем половине случаев к производственному травматизму причастен сам руководитель работника, который по незнанию или по нежеланию не обеспечил безопасное выполнение работ [4].

На предприятиях максимально ужесточён контроль за обеспечением уровня безопасности на рабочих местах, введены «Кардинальные правила» по ПБ и ОТ, за нарушение которых неминуемо идёт наказание вплоть до увольнения, однако уровень травматизма снижается не существенно, а по некоторым оценкам даже заметен рост уровня травматизма. Из этого можно предположить, что необходим перевод системы ПБ и ОТ на следующий уровень – путем развития культуры безопасности персонала.

Культура безопасности начинается с руководства. Недостаточно требовать. Недостаточно декларировать. Необходимо строго следовать и насаждать эту самую культуру. Порой руководители просто не знают систему охраны труда. Культура безопасности выражается не просто в отказе работника выполнять небезопасное задание. Культура безопасности, как всякая культура – совокупность определённых ценностей. Когда ценность «Человеческая Жизнь и Здоровье Работника» станет истиной, а не декларируемой, можно будет говорить о Культуре безопасности.

Анализ профессий работников, с которыми происходили несчастные случаи, показал, что абсолютное большинство случаев произошли с работниками рабочих специальностей, среди них подавляющее большинство – с работниками, которые непосредственно связаны снарушениями дисциплины на производстве.

Работоспособность отлично выстроенной системы ПБ и ОТ на практике часто не работает, к сожалению, всё решает человеческий фактор. В то же время неприятностей от нарушения параметров безопасности, плохой организации ПБ и ОТ может быть больше, чем можно себе представить. Охрана труда (ОТ) ошибочно воспринимается как антагонизм делам бизнеса работодателя, как его расходная часть. В современных реалиях бизнеса положение системы управления ПБ и ОТ обусловлено недостаточным уровнем вложений финансовых средств, что не позволяет в полной мере осуществлять запланированные мероприятия по ОТ, проводить специальную оценку условий труда и иные мероприятия, направленные на повышение безопасности, в том объеме, какой обеспечивает оптимальные или, по крайней мере, безопасные условия труда на всех рабочих местах.

Сложность проблемы ОТ и социальной защиты работников сопряжена:

- экономической ситуацией в стране в условиях девальвации рубля;
- неравномерным распределением доходов и расходов работников и владельцев ОПО;
- недостаточно быстрым и трудным привыканием работников к новым экономическим реалиям, сохранением устаревших организационных форм экономических взаимоотношений и методов управления процессом социального и экономического взаимодействия.

Вышеперечисленные сложности в условиях спада производства обуславливают крайне ограниченные возможности осуществления крупномасштабного комплекса мероприятий по приведению условий труда к безопасному уровню.

Социально-психологический, прочный нравственный фундамент для работы системы управления ПБ и ОТ был и есть всегда - это концепция справедливости по отношению к жизни и здоровью любого человеческого труда.

Главную опасность в работе на каждом предприятии, которое эксплуатирует опасные технические объекты, представляет не только морально устаревшее и физически изношенное ОПО и даже не конструктивные недочеты конструкций сооружений и (или) зданий, а именно человек, его личное отношение к производимой на этих объектах работе. Человеческий фактор, чаще всего психофизиологическое состояние человека. Невнимательность, намеренное нарушение правил ПБ и ОТ, как персоналом, так и руководителями предприятий приводит к ситуациям, которые могут иметь чрезвычайно значительные последствия для самих объектов или работников на этих объектах. Для уменьшения трагедий, произошедших под влиянием человеческого фактора на ОПО следует предпринимать меры, которые будут направлены на мотивацию человека к выполнению правил по ПБ и ОТ.

## Литература

1. Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 N 116 (ред. от 12.12.2017) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

2. Охрана труда: Учебное пособие для членов комитетов (комиссий) по охране труда организаций и уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или иных уполномоченных работниками представительных органов / Овсянкин А. Д., Файнбург Г. З.; Под ред. проф. Г. З. Файнбурга. – Изд. 8-е, испр. и дополн. – Владивосток, 2007, 376 с.

3. Ж. Кристеноен, Д. Мейстер, П. Фоули и др. (Gavriel Salvendy). Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т. 1. Эргономика — комплексная научно-техническая дисциплина: Handbook of Human Factors / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. — М.: «Мир», 1991. — Т. 1. — С. 526. — 599 с. — 9000 экз. — ISBN 5-03-001710-0 , ISBN 5030017097 (ISBN 0471880159).

4. «Состояние аварийности и травматизма при эксплуатации опасных производственных объектах, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» - Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/>, свободный.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

M. S. Nekrasova, P. S. Kupriyenko

## THE HUMAN FACTOR AS A CAUSE OF ACCIDENTS ON HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES WHICH USE EQUIPMENT UNDER GAUGE PRESSURE

As the title implies the article describes the human factor as a cause of the accidents on the hazardous production facilities which use the equipment under the gauge pressure. Dynamic of accidents and fatal injuries among people those use equipment under gauge pressure was considered (2013-2017). The occupational accidents occurring at a workplace among types of professions were analyzed

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

УДК 331.446.4+159.922.2

C. C. Козлов

## ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СПАСАТЕЛЕЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В статье рассматривается понятие психологическая устойчивость спасателей, как составляющая эффективности деятельности в экстремальных условиях. Анализ литературы показал, что психологическая устойчивость является одним из определяющих факторов преодоления трудных ситуаций, а также является интегральной характеристикой личности, основной составляющей которой является умение справляться с жизненными трудностями, в том числе и такими, которые связаны с экстремальными условиями деятельности. В свою очередь профессиональная деятельность спасателей связана с экстремальными условиями. Деятельность спасателя определяется рядом факторов, а её эффективность связана с возможностью механизмов адаптации к экстремальной ситуации

В настоящее время одной из наиболее значимых профессий является профессия спасателя, так как отмечается неуклонный рост как количества различных чрезвычайных ситуаций и катастроф, так и тяжести их последствий. Известно, что экстремальные условия характеризуются тем, что деятельность в них проходит в условиях опасности, дефицита времени, неопределенности, высокого темпа, нарушенного режима отдыха и питания, и что наиболее значимо в условиях повышенной эмоциональной напряженности [2, 14]. В связи с

этим успешность деятельности в экстремальных условиях определяют с одной стороны уровень профессиональной подготовки, то есть знаний, умений и навыков спасателя, стаж работы и практический опыт, а с другой уровень психологической устойчивости к негативным психологическим факторам.

Известно, что под психологической устойчивостью в настоящее время понимают целостную характеристику личности, которая обеспечивает её устойчивость к стрессогенному воздействию трудных жизненных ситуаций [1, 24]. Она является таким качеством личности, которое объединяет интеллектуальные и эмоциональные и волевые особенности [1], которые, в свою очередь являются факторами успешности различных видов деятельности, в том числе и в экстремальных условиях [12].

Говоря о деятельности в условиях связанных с риском для жизни и здоровья, с воздействием чрезвычайных факторов следует отметить, что в таких условиях происходит изменение поведения человека, что проявляется либо врациональной, адаптивной стратегии поведения, проявляющейся психическим самоконтролем, и способностью управлять своими эмоциями и поведением, либо в патологической стратегии поведения, в которой человек проявляет растерянность, снижение инициативности, а также становится подверженным панике [15]. В то же время работа в экстремальных условиях сопровождается психологической напряженностью, которая согласно различным исследованиям может влиять на эффективность профессиональной деятельности спасателей [9]. При низкой психологической устойчивости спасателя к эмоциональной напряженности могут отмечаться дезорганизация поведения, нарушение выработанных навыков, а также неадекватные реакции на неожиданные раздражители.

Это и определило актуальность данного исследования, поскольку определённый уровень эмоциональной устойчивости, которая является одной из наиболее значимых характеристик личности специалистов, чья деятельность связана с такими условиями, оказывает влияние на эффективность деятельности в условиях психологической напряженности в экстремальных условиях.

Анализ литературы по проблеме психологической устойчивости показал, что в настоящее время её определяют как характеристику человека, демонстрирующего надёжное и последовательное поведение [20], как черту личности, характеризующую устойчивость психики в целом, как устойчивость поведения, мотивов и целей [8], как устойчивости структуры целеполагания, определяемую соотношением частных и идеальных целей, как результат взаимоотношения всех составляющих личность структур и компонентов Я-концепции, как устойчивость процессов высшей нервной деятельности [18], и как устойчивую конфигурацию соподчинённых мотивов [13].

В контексте экстремальных условий деятельности, психологическая устойчивость трактуется как некая специфическая направленность, личностно-профессиональная ориентация на определённые цели [17], как способность противостоять экстремальным факторам, а также как устойчивость к изменениям конкретных параметров окружающей среды [7].

Таким образом, анализ работ показал, что большинство авторов рассматривают психологическую устойчивость с позиции стабильности поведения в процессе отношения человека и действительности, которое определяется фиксированными смысловыми установками [19].

Психологическая устойчивость в этом контекстепринимается, как способность человека поддерживать состояние психологического комфорта и благополучия, даже если среда не является достаточно благоприятной и безопасной, и даже экстремальной [25].

Известно, что под экстремальной ситуацией понимается ситуация, которая складывается на определённой территории, в результате воздействия различных сил техногенного, природного или социального характера и которая характеризуется как сложная для жизнедеятельности, и выходящая за рамки обычной, нормальной обстановки [6,

10, 21]. Попадая в такую ситуацию, каждый человек сталкивается с трудностями в реализации своих мотивов, ценностных установок и интересов [4]. В то же время, попадая в экстремальную ситуацию, которая угрожает жизни и здоровью, человеку приходится преодолевать различные опасности, что вызывает появление чувства страха – эмоционального процесса, который порождается реальной или мнимой опасностью, и который является сигналом тревоги, обуславливая вероятные защитные действия человека в чрезвычайной ситуации [3, 11].

Таким образом экстремальная ситуация приводит к изменению особенностей поведения и деятельности человека, а также особенностей реагирования [23].

Рассматривая вопрос об эффективности деятельности в экстремальных условиях необходимо отметить, что экстремальные условия способствуют изменению поведения специалистов участвующих в деятельности связанной с таким условиями и в частности происходит снижение гибкости поведения. Показано, что одной из наиболее значимых характеристик деятельности в экстремальных условиях является нарушение структуры сложной деятельности. Это приводит к дезорганизации поведения, нарушении выработанных навыков, а также неадекватным реакциям на неожиданные раздражители.

Известно, что особенности деятельности спасателя в экстремальных условиях определяются рядом факторов, таких как объективные факторы (климато-географические факторы, факторы, связанные с физической нагрузкой, а также с особыми условиями работы); социально-психологические факторы (особенности организации управления работой спасателей и в частности недостатки этого процесса, а также уровень профессиональной подготовки спасателей, их опыт, сплочённость и уровень доверия к командованию); индивидуальные особенности спасателей (мотивация профессиональной деятельности) [22].

Также на эффективность деятельности спасателей в экстремальных условиях влияет возможность механизмов адаптации к экстремальной ситуации. Показано, что у спасателей наблюдается такой уровень адаптации, при котором особенности поведения спасателя определяется эффективностью его взаимодействия со средой без значительного нервно-психического напряжения [16]. Следует отметить, что длительность периода адаптации зависит от того, как долго спасатель прибывал в экстремальных условиях деятельности [5].

Таким образом, анализ литературы по проблеме исследования показал, что современная парадигма исследований психологической устойчивости делает акцент на том, что она является одним из определяющих факторов преодоления трудных ситуаций. Психологическая устойчивость является интегральной характеристикой личности, основной составляющей которой является умение справляться с жизненными трудностями, в том числе и такими, которые связаны с экстремальными условиями деятельности. Так как все участники экстремальной ситуации испытывают изменение психологического статуса под воздействием ЧС, что проявляется как в психологических, так и в физиологических изменениях, одной из основных характеристик позволяющей преодолевать экстремальные, угрожающие жизни обстоятельства является психологическая устойчивость.

В то же время профессиональная деятельность спасателей связана с экстремальными условиями, что не позволяет устраниить их негативное влияние, однако согласно многочисленным исследованиям его можно снизить и в частности, этого можно достичь формируя психологическую устойчивость спасателей к экстремальным условиям деятельности в условиях чрезвычайных ситуаций.

#### Литература

1. Ажиев, А. В. Формирование психологической устойчивости студента в условиях экзистенциального выбора [Текст] / А. В. Ажиев, З. И Гадаборшева // Мир науки, культуры, образования, 2015. – № 6 (55). – С.225-227.

2. Булгаков, В. В. Формирование профессиональных умений и навыков, физических и психологических качеств пожарных [Текст] / В.В.Булгаков // Отечественная и зарубежная педагогика, 2019. – № 1 (3 (60)). – С.105-120. doi: 10.24411/2224-0772-2019-10021
3. Гуренкова Т. Н. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных [Текст] / Т. Н. Гуренкова, И. Н. Елисеева, Т. Ю. Кузнецова и др./ Под общ. ред. Ю. С. Шойгу. –М. : Смысл, 2007. – 319 с.
4. Дружинин В. Ф. Мотивация деятельности в чрезвычайных ситуациях [Текст]/ В. Ф. Дружинин. – М. : Из-во МНЭПУ, 2001. – 168 с.
5. Дьячков, П. Р. Этапы адаптации личности в экстремальных ситуациях и ситуациях депривации [Текст] / П. Р. Дьячков, Э. В. Комолова // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2014. –№ 1 (5). – С. 322-323.
6. Егоров, А. А. Психология экстремальной ситуации [Текст] / А. А. Егоров, Э. В. Комолова // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2014.–№ 1 (5). –С.21-24.
7. Жилкин Д. С. Психолого-акмеологические особенности формирования психической устойчивости к негативным факторам у девушек-телохранителей [Текст] : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.13, 05.26.02 / Жилкин, Дмитрий Сергеевич.–Москва, 2005. – 240 с. : ил.
8. Заварзина, Л. В.Формирование эмоционально-волевой устойчивости у сотрудников органов внутренних дел [Текст] : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук: 13.00.01 /С.-Петерб. ун-т МВД РФ / Заварзина, Лиана Васильевна. – Санкт-Петербург, 2002. – 25 с.
9. Ильин Е. П. Дифференциальная психофизиология [Текст] / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2001. – 464 с.
10. Кекелидзе, З. И. Введение в психиатрию чрезвычайных ситуаций [Текст] / З. И. Кекелидзе // Медицинская и судебная психология. –М., 2004.
11. Косолапов, О.М. Возникновение страхов в экстремальных ситуациях: типы реакций на страх и стадии развития [Текст] / О. М. Косолапов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы, 2012. –№ 2. – С.74-76.
12. Крупник, Е.П. Психологическая устойчивость личности как методологическая проблема [Текст] / Е. П.Крупник // Научные труды МПГУ. М. : Прометей, 1987. – С. 270-278
13. Леонтьев, А. Н. Лекции по общей психологии [Текст] / А. Н. Леонтьев.– М. : Академия, 2007. – 52 с.
14. Лустгартен Т. Ю. Формирование психологической готовности выпускников направления техносферной безопасности к действиям в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Т. Ю. Лустгартен // Вестник Костромского государственного университета. Серия : Педагогика. Психология. Социокинетика, 2017. –№ 23 (5). – С.70-73.
15. Николаева, А. Н. Психологические особенности поведения населения при чрезвычайных ситуациях [Текст] / А. Н. Николаева, Ю. Г. Хлоповских // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2016. –№ 2(1(7)). –С.285-290.
16. Посохова, С. Т. Личностный адаптационный синдром в экстремальных условиях профессиональной деятельности [Текст] / С. Т. Посохова //Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология, 2011. –№ 4. – С.7-13.
17. Привалова, О. Д. Психическая устойчивость как фактор успешности профессиональной деятельности менеджеров малого бизнеса [Текст] : диссертация ... кандидата психологических наук : 19.00.13 / Привалова, Ольга Дмитриевна. – Москва, 2004. – 160 с. : ил.
18. Простаков, М. Ю. К вопросу о степени научной разработанности проблемы психологической устойчивости [Текст] / М. Ю. Простаков. – Одесса, 2007. –297 с.
19. Психология личности [Текст] : хрестоматия // ред.-сост. Д. Я. Райгородский. М. : Бахрах – М, 2013. – 447 с.
20. Ребер А. Большой толковый психологический словарь [Текст] / А. Ребер. –М. : Вече, 2000. – 592 с.
21. Рязанова, Н. В. Экстремальное событие и экстремальная ситуация: общие черты и отличительные признаки [Текст] / Н. В. Рязанова // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России, 2007. – № 1. – С.143-147.
22. Смирнов Б. А. Психология деятельности в экстремальных ситуациях [Текст] / Б. А. Смирнов, Е. В. Долгополова. – М. : Изд-во Гуманитарный Центр, 2007. – С. 108-138.

23. Столяренко А. М. Экстремальная психопедагогика [Текст] / А. М. Столяренко. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 608 с.
24. Тышкова, М. Исследование устойчивости личности детей и подростков в трудных ситуациях [Текст] / М. Тышкова // Вопросы психологии, 1987. – № 1. – С. 27
25. Швалева, Н. М. Психологическая безопасность креативных проявлений личности студента [Текст] / Н. М. Швалева, Д. В. Тырсыков // Психологическая безопасность, устойчивость, психотравма : материалы Первого Международного Форума. СПб. : Изд-во РГПУ им. Герцена, 2006. – С. 131-133.

Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, г. Елец, Россия

S. S. Kozlov

## PSYCHOLOGICAL SUSTAINABILITY OF RESCUERS AS A COMPONENT OF EFFICIENCY OF ACTIVITY IN EXTREME CONDITIONS: THEORETICAL ASPECTS

The article discusses the concept of psychological stability of rescuers, as a component of the effectiveness of activities in extreme conditions. An analysis of the literature showed that psychological stability is one of the determining factors in overcoming difficult situations, and is also an integral characteristic of the personality, the main component of which is the ability to cope with life's difficulties, including those associated with extreme conditions of activity. In turn, the professional activities of rescuers are associated with extreme conditions. The lifeguard's activities will be determined by a number of factors, and its effectiveness is associated with the possibility of adaptation mechanisms to extreme situations

Bunin Yelets State University, Yelets, Russia

**Резолюция**  
**XVI научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности»**

XVI научно-практическая конференция «Комплексные проблемы техносферной безопасности» проведена в заочной форме в связи с реализацией на территории Российской Федерации мероприятий по предупреждению распространения коронавирусной инфекции (COVID-19).

В оргкомитет конференции вошли представители ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Главного управления МЧС России по Воронежской области, экспертного совета при комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечения пожарной безопасности правительства Воронежской области, Воронежского регионального отделения Российского научного общества анализа риска, Воронежского регионального отделения Российского географического общества.

В оргкомитет конференции поступили статьи представителей ведущих вузов в области техносферной и пожарной безопасности, безопасности окружающей среды (Белгород, Воронеж, Москва, Санкт-Петербург), МЧС России.

Цель конференции достигнута: представленные доклады по вопросам методического обеспечения технологий оценки риска и предупреждения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического-социального характера показывают научные и практические достижения в области технологий прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций, моделирования их развития и управления рисками.

Участники конференции подчёркивают важность проведения превентивных мер прогнозно-аналитического характера в деле предупреждения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического-социального характера, формирования безопасной среды для людей.

По итогам работы XVI научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности» приняты следующие решения:

1. Рекомендовать Главному управлению МЧС России по Воронежской области во взаимодействии с заинтересованными территориальными органами федеральных органов исполнительной власти, исполнительными органами государственной власти, органами местного самоуправления и организациями, в пределах своей компетенции продолжить работу:

направленную на разъяснение на муниципальном уровне положений глобальной кампании ООН «Мой город готовится», организовать и осуществлять взаимодействие с городами Российской Федерации, присоединившихся к данной кампании, а также с Центральным аппаратом МЧС России по вопросам практической реализации целей и задач данной кампании;

по методическому руководству и контролю построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»;

по предупреждению на территории Воронежской области чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического-социального характера.

2. Рекомендовать экспертному совету при комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности правительства Воронежской области в сферу своей деятельности включить:

– консультации при разработке документации территориального планирования на региональном и муниципальном уровнях в части учета природных и техногенных рисков;

– экспертную поддержку реализации АПК «Безопасный город» и кампании «Мой город готовится» для Воронежской области;

– выработку превентивных мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения и среды обитания с учетом актуальных рисков;

- экспертную поддержку проектов по ликвидации накопленного экологического вреда;
- деятельность по актуализации Перечня мероприятий по охране окружающей среды на территории области.

3. Продолжить совместную работу представителей ведущих вузов г. Воронежа и организаций: Воронежский государственный университет, Воронежский государственный технический университет и Воронежский государственный педагогический университет; Главное управление МЧС России по Воронежской области и казенное учреждение Воронежской области «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области», направленную на исследования природно-технических систем Центрально-Черноземного региона.

4. Воронежскому государственному техническому университету продолжить разработку учебно-методических материалов в рамках реализации многоуровневой системы подготовки профильных кадров для формирующейся в регионе системы обращения с отходами на базе направления «Техносферная безопасность» кафедры ТиПБ ВГТУ.

5. Материалы конференции опубликовать на сайте ВГТУ с целью пропаганды знаний в сфере предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического характера и популяризации идей культуры безопасности.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ</b>	
Дейнека А. В.. Кампания «Мой город готовится» как часть системы безопасности жизнедеятельности населения.....	4
Разиньков Н. Д.. О необходимости учёта потенциальных рисков торфяных пожаров в Воронежской области.....	8
Мамаев А. Т.. Модели управления обеспечением тушения пожаров в условиях задымления.....	14
Лопанов А. Н., Тихомирова К. В., Семыкина Ю. С., Иванова В. В.. Комплексные проблемы безопасности труда, прогнозирование травматизма, аварий и чрезвычайных ситуаций в различных отраслях экономики, опасных производственных объектах.....	18
Рыбаков А. В., Иванов Е. В., Нестеров В. А., Иванова Л. Е.. О разработке структурно-функциональной модели системы обоснования мероприятий по обеспечению требуемого уровня защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в субъекте Российской Федерации.....	22
Косинова И. И. Об эффективности научного сопровождения при деятельности природоохранных органов и структур МЧС Воронежской области.....	26
Вытовтов А. В., Баракевич Р. В.. Алгоритм автоматизированной идентификации розлива нефтепродуктов с движущегося беспилотного воздушного судна на основе нейросети.....	32
Лихачев В. П., Пугач Е. Е., Строев К. Н.. Малогабаритный низкопотенциальный радар комплекса обнаружения и блокирования малозаметных беспилотных летательных аппаратов.....	35
Куприенко П. С., Ашихмина Т. В., Разиньков Н. Д., Овчинникова Т. В. Формирование многоуровневой системы подготовки профильных кадров в сфере обращения с отходами на базе кафедры «Техносферная и пожарная безопасность» ВГТУ .....	43
Габбасова Н. В., Мамчик Н. П., Каменева О. В., Волкова В. А.. Проблемы эпидемиологической безопасности. Современные подходы к профилактике гриппа.....	47
Русинов П. С., Русинов П. П., Русинов Д. П., Русинова Д. П. Методологические основы и образовательные технологии преподавания валеологии в педагогических вузах.....	50
Надежка Л. И., Разиньков Н. Д., Семенов А. Е.. Сейсмичность территории города Воронежа и Воронежской области и необходимые мероприятия по обеспечению ее сейсмической безопасности.....	52
Черепанов Е. А., Акулов А. Ю., Калач А. В.. Математическое моделирование расположения пожарных гидрантов .....	56
<b>1. КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА –</b>	
<b>ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ</b>	
Васильева Н. Ю., Разиньков Н. Д.. Паспорта гидрологической безопасности как эффективное превентивное мероприятие прогнозно-аналитического характера.....	60
Матюшев П. А., Афанасьев В. М.. Рациональное место дислокации аварийно-спасательных формирований на территории субъекта Российской Федерации.....	65
Борисенкова А. А., Дегтярева О. В.. Промышленная санитария и гигиена труда.....	68
Власов К. С., Данилов М. М., Еремин М. П., Королев П. С., Пилипчук С. В., Фомин С. С.. Воздействие опасных факторов пожара на звенья газодымозащитной службы при проведении боевых действий по тушению пожара.....	71

Лукашевич В. Н., Лукашевич О. Д.. Утилизация отходов производства в дорожном строительстве.....	75
Щербакова Е. А., Толешов А. К.. Совершенствование защитно-улавливающих систем, применяемых при производстве работ на высоте при строительстве высотных зданий и сооружений.....	79
Анисимов М. В., Кузнецова Ю. Н., Карпачева Е. В., Талдонова Н. В.. Акустический расчет вентоборудования при проектировании с позиции существующих нормативных документов и охраны труда.....	83
Хорольская С. А., Арифуллин Е. З., Новикова И. А., Ильина Н. В., Вялова Е. П.. Надзор и контроль водных объектов массового пребывания людей и совершенствование работы в области обеспечения.....	88
<b>2. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОСФЕРНЫХ СИСТЕМ</b>	
Сушко Т. И., Караев Р. Ш., Чернышев И. И., Попов С. В. Пример инновационного решения задачи ресурсосбережения в литейном производстве посредством компьютерного моделирования процессов затвердевания.....	90
Аврамов З. А., Переславцев А. В., Холодов О. М.. Организация эксплуатации авиационной техники в целях повышения безопасности полетов.....	94
Аврамов З. А., Переславцев А. В., Холодов О. М.. Текущий контроль и анализ состояния авиационной техники как средство повышения безопасности полетов. Оказание помощи в особых случаях полета при отказах авиационной техники.....	97
Аврамов З. А., Переславцев А. В., Холодов О. М.. Профилактика организационных недостатков эксплуатации авиационной техники .....	100
Мельникова А. С., Кострюкова Н. В.. Утилизация химических источников тока с литиевым анодом.....	104
Зинин И. А., Тюрин А. П.. Повышение эффективности поисково-спасательных работ с использованием GPS-трекинга.....	106
Сытдыков М. Р., Шилов А. Г.. О результативности мобильных установок пожаротушения .....	111
Николаева Л. С., Севастьянов Б. В.. Обеспечение безопасности работников при эксплуатации производственных зданий и сооружений.....	115
Кожухова Е. А., Трошин А. Ю., Звягина Л. Н., Хрипунов К. Г.. Математическое моделирование безопасного хранения и транспортировки криогенного топлива шарообразной емкости.....	118
Семейкин А. Ю., Кочеткова И. А., Носатова Е.А., Воловикова Л. В.. Перспективы внедрения цифровых технологий оценки профессиональных рисков на промышленных предприятиях.....	126
Клименко Д. И., Моногарова А. А., Баланцева А. С., Воловикова Л. В., Златова А. Л.. Радиационно-защитные наномодифицированные композиционные материалы.....	132
Моногарова А. А., Воловикова Л. В., Златова А. Л., Баланцева А. С., Клименко Д. И. Датчики и сенсорные системы контроля концентрации наноаэрозолей в производственном помещении.....	135
Назаров А. А., Мартинович Н. В., Калач А. В.. Применение функции желательности при определении показателя состояния источников техногенных чрезвычайных ситуаций на территории закрытого административно-территориального образования...	138
Мусаев М. Н., Рахматова Д. М.. Исследование безопасности утилизации ядовитых и химических отходов.....	143
Ковтун А. А., Мехтиев А. Д.. Системы охраны периметров на основе волоконно-оптических сенсоров.....	147

Ожогина Л. В., Горожанкина О. В., Винокурова И. М.. К вопросу об улучшении экологичности гальванического восстановления деталей.....	153
<b>3. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, МАЛООТХОДНЫЕ И БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Сушко Т. И., Караев Р. Ш., Чернышев И. И., Попов С. В.. Выбор способа литья стальной отливки посредством компьютерного моделирования и энергосберегающей политики.....	157
Аврамов З. А., Сакова Н. В., Переславцев А. В., Холодов О. М.. Последствия розлива авиатоплива для окружающей среды.....	160
Дорош И. В., Нафиков Э. В., Александров Д. В., Исмагилов А. А., Хайдаршин А. А.. Обеспечение безопасности кустовых насосных станций.....	163
Исмагилов А. А., Хайдаршин А. А., Дорош И. В., Александров Д. В., Нафиков Э. В.. Применение оптических систем беспилотных летательных аппаратов при мониторинге окружающей среды в условиях Арктики.....	166
Наместникова О. В. Экологическая оценка состояния почв на урбанизированных территориях.....	169
Горькова Н. В., Мессинева Е. М. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха на домостроительных комбинатах.....	171
Роднова В. С., Сафонова Л. Б., Винокурова И. М. Анализ состава бытовых отходов и способы утилизации.....	174
Захаров В. В., Сафонова Л. Б., Винокурова И. М. Оценка эффективности тенологической схемы доочистки сточных вод озонированием.....	181
Захаров В. В., Сафонова Л. Б., Винокурова И. М. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта г. Воронежа.....	186
Плисеина Е. А., Сафонова Л. Б., Винокурова И. М. Разработка методических основ эколого-геологического мониторинга.....	188
Новикова И. А., Недоводеева А. М., Усачёва А. А. Анализ мер по ликвидации радиоактивного загрязнения бронзолитейного цеха ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» и нынешняя обстановка на зараженной территории.....	190
Тумасьева А. А., Павленко А. А., Лихачева О. Г., Вялова Е. П. Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на нефтеперерабатывающем предприятии на примере цеха подготовки и перекачки нефти.....	193
Сигора Г. А., Ляшко Т. В., Хоменко Т. Ю. Мониторинг качества родниковых вод Севастопольского региона.....	197
Лосев В. М., Букша С. Н., Загоруйко Т. В., Федорова Ю. В. Применение геотермального обогрева покрытий транспортных объектов для борьбы с зимней скользкостью.....	202
Рязанцева Л.Т., Октябрьский В.П., Павленко А.А. Оценка загрязнения озоном атмосферы крупных городов на примере Санкт-Петербурга.....	207
Кочетова Ж. Ю., Внукова С. В., Кучменко Т. А. Пьезосенсорный сигнализатор утечек топлива.....	212
Тростянский С. Н., Бакланов И. О., Григорьев Е. С., Куролап С. А. Статистический анализ зависимости заболеваемости населения от концентрации химических примесей в питьевой воде.....	218
Златова А. Л., Воловикова Л. В., Моногарова А. А., Клименко Д. И., Баланцева А. С. Расчет экологических рисков при утилизации ТКО в Белгородской области.....	221
Малышев А. Н. Антропогенное влияние на ООПТ Свердловской области.....	225

Механтъева Л. Е., Перфильева М. В., Степанова Т. А., Каратеева И. С., Черниговская А. С. Проблема техногенного загрязнения факторов окружающей среды и ее влияние на состояние здоровья населения Воронежской области.....	227
Дрозд В. А., Голохваст К. С. О влиянии физических факторов окружающей среды на здоровье населения г. Владивостока.....	231
Баклакова В. В. Исследование физических особенностей процесса акустического загрязнения воздушной среды .....	235
Ищенко С. В., Ашихмина Т. В., Куприенко П. С. Технологические особенности использования мазута в качестве альтернативного топлива на теплоэнергетических предприятиях.....	238
Добрынина Н. Ю., Якубова Т. В. Влияние параметров выброса вредных веществ при техногенной аварии на газонефтяном месторождении на рассеивание продуктов горения в окружающей среде.....	242
Линкина А. В. Геоинформационное обеспечение организации и мониторинга агроландшафтов.....	245
Бондарева А. С., Баклакова В. В. Исследование загрязнений атмосферного воздуха от автотранспортных потоков в условиях городских территорий.....	252
Титов С. А., Барбин Н. М., Зубарев И. А., Кобелев А. М. Аварийные ситуации на АЭС в США, России и в странах западной Европы за период 1972-1982 годы.....	256
Пушкирев В. А. Оценка состояния условий труда при работе с радиоэлектронным оборудованием.....	259
Нгуен Т. Хунг, Косинова И. И. Обоснование методики интегральной экологической оценки компонентов среды .....	262
<b>4. АНТИТЕРРОР И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ</b>	
Тугушов К. В., Шаповалова Г. Н. К вопросу учета качества и безопасности движения автомобильного транспорта в рамках решения комплексной задачи по снижению риска чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на дорогах.....	266
Звягина Л. Н., Марап О. И., Винокуров В. Д. Дорожно-транспортные происшествия как фактор риска для жителя мегаполиса.....	269
Гантуумур Э. Основные направления обоснования развития системы безопасности железных дорог Монголии в процессе их модернизации.....	272
<b>5. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ СЛОЖНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ</b>	
Федорова Ю. В., Загоруйко Т. В., Лосев В. М., Букша С. Н. Оценка аварийных ситуаций на объектах транспортного назначения.....	277
Леденев А. А., Загоруйко Т. В., Барабаш Д. Е., Перцев В. Т. Комплексная оценка огнестойкости строительных конструкций многофункциональных зданий .....	281
Кузнецова О. Н., Клюкин Д. П. Обеспечение пожарной безопасности в системах для хранения нефти и нефтепродуктов.....	284
Давиденко А. С., Пустовалов И. А., Тоцкий Д. В. Использование беспилотных авиационных систем на открытой местности при расследовании пожаров на нефтеперерабатывающих комплексах.....	287
Габдуллин В. Б., Воронов А. А., Ищенко А. Д. Анализ времени работы звеньев газодымозащитной службы при тушении затяжных пожаров.....	292
Воронов А. А., Ищенко А. Д., Фогилев И. С., Габдуллин В. Б. Эффективность применения средств индивидуальной защиты органов дыхания малочисленными подразделениями пожарной охраны.....	297
Пустовалов И. А., Давиденко А. С. Совершенствование способов обеспечения противопожарной защиты металлических конструкций морских нефтепаливных терминалов.....	301

Мироненко Р. В., Малиновская В. Н. Предпосылки по установлению факторов, оказывающих влияние на время компьютерного моделирования времени блокирования эвакуационных путей и выходов опасными факторами пожара.....	305
Цыганков В. Д. Возможности моделирования поведения гибридных смесей в замкнутом пространстве с целью уменьшения вероятности возникновения взрывоопасных концентраций.....	307
Бедрицкая И. А., Власова О. С. Анализ возможных причин возникновения пожаров в психиатрических больницах и негативное влияние на состояние больных.....	309
Молchanov B. I., Selionina N. B. Особенности организации процесса формирования профессиональных навыков пожарных.....	313
Жамхарян Н. А., Стабровская Е. И., Турова Н. Н. Совершенствование автоматической системы пожаротушения в «Детско-юношеской спортивной школе».....	316
Стабровская Е. И., Турова Н. Н., Жамхарян Н. А. Разработка технических решений по обеспечению пожарной безопасности на территории контейнерного терминала.....	322
Глушкова К. Д., Собина А. Г., Шорникова А. В., Гребнев В. Л. К вопросу о профилактике воздействия угарного газа на организм человека при пожаре на социально-значимых объектах .....	326
Ситников И. В., Однолько А. А., Гонтаренко Ю. В., Гладышева А. В., Дудник Д. В. Совершенствование взаимодействия специалистов в различных областях проектирования зданий и сооружений при разработке систем противопожарной защиты.....	330
Янников И. М., Мущинкина Д. С. Потенциальная опасность деятельности объектов по переработке, утилизации и обезвреживанию опасных отходов .....	335
Халиков Р. В. Роль ионных процессов в объемном пожаротушении замкнутых пространств газокомпрессорных станций.....	339
Баженова Л. М., Пельтихина С. В., Семенова Е. В. Актуализация раздела «Пожарная безопасность» при разработке проектов на строительство и реконструкцию зданий и сооружений.....	344
Немцеров А. П., Новикова И. А., Усачева С. А. Направления развития двигателей специальных пожарных автомобилей.....	346
<b>6. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ</b>	
Климова Е. В., Синебок Д. А. Влияние психоэмоционального состояния работника на безопасность выполнения работ.....	349
Коротаева П. П., Миронова В. А., Добринина Н. В., Гребнев В. Л. Влияние спорта на жизнь студента в техническом университете.....	354
Агапов А. Д., Саврасова Е. Е., Ходырев Н. Е., Саврасова Н. А. Воздействие шумового загрязнения городской среды на человека.....	357
Рязанцева Л. Т., Октябрьский В. П., Павленко А. А. Демографические показатели как индикатор эпидемического благополучия и состояния окружающей среды.....	359
Механтъева Л. Е., Ильичев В. П. О маршрутизации пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях при организации реабилитационных мероприятий в Воронежской области .....	363
Корчагина С. А., Петрова Н. С., Сапронов Г. И. Анализ качества обеспечения радиационной безопасности на объекте здравоохранения - БУЗ ВО «ВОКОД».....	367
Механтъева Л. Е., Перфильева М. В., Дронова А. И., Минакова В. В., Раскина Е. А. Особенности организации медицинской помощи пострадавшим при ликвидации последствий пожаров в Воронежской области.....	371

Механтьева Л. Е., Перфильева М. В., Раскина Е. А., Абрамян А. А., Силкин А. В. Медико-санитарного обеспечения при наводнении на Дальнем Востоке.....	374
Сапронов Г. И., Макарова А. М., Комова А. К. Общая характеристика электронных систем доставки никотина и их взрывоопасность.....	376
Склярова Т. П., Сапронов Г. И., Петрова А. В., Бакутина Ю. Ю., Корыстин И. Г., Голобурдина Ю. А. Влияние условий профессиональной среды на здоровье и адаптацию специалистов авиационной службы.....	381
Механтьева Л. Е., Перфильева М. В., Овчинникова Д. А., Акунеева Т. Д. Оценка шумового загрязнения города Воронеж.....	383
Терехов А. П., Шаламова А. В. Нарушения сна как один из факторов, влияющих на производительность труда у работников промышленного предприятия.....	387
Кобелев А. М., Барбин Н. М., Терентьев Д. И., Зубарев И. А., Титов С. А. Экологические последствия при возможной запроектной аварии на атомных электростанциях с реакторами типа РБМК-1000 и ЭГП-6.....	391
Аврамов З. А., Тисалова Н. И., Сахибулина А. И. Анализ производственного травматизма .....	394
<b>7. НРАВСТВЕННЫЕ, ЭТИЧЕСКИЕ И ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	
Сакова Н. В., Аврамов З. А. Анализ методов оценки профессиональных рисков .....	397
Ходикова Н. А. Оценка технологических рисков как новое направление прикладной философии техники.....	401
Федотов С. Б. Выводы экспертного анализа современных норм безопасности труда на объектах искусства.....	404
Менжулина Д. В. Профессиональный отбор работников на современных предприятиях. Обеспечение безопасного функционирования технических систем.....	407
Некрасова М. С., Куприенко П. С. Человеческий фактор как основная причина аварий на опасных производственных объектах, использующих оборудование под избыточным давлением.....	412
Козлов С. С. Психологическая устойчивость спасателей как составляющая эффективности деятельности в экстремальных условиях: теоретические аспекты.....	416
<b>РЕЗОЛЮЦИЯ</b> .....	421

Научное издание

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
КАМПАНИЯ «МОЙ ГОРОД ГОТОВИТСЯ»:  
ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник статей по материалам XVI Международной  
научно-практической конференции

В авторской редакции

Компьютерная верстка Е. П. Вяловой

Подписано в печать 02.10.2020.  
Объём данных 14,6 Мб.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14